

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-094629

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl. B41J 2/01
B41J 2/045
B41J 2/055

(21)Application number : 2001-296421

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.09.2001

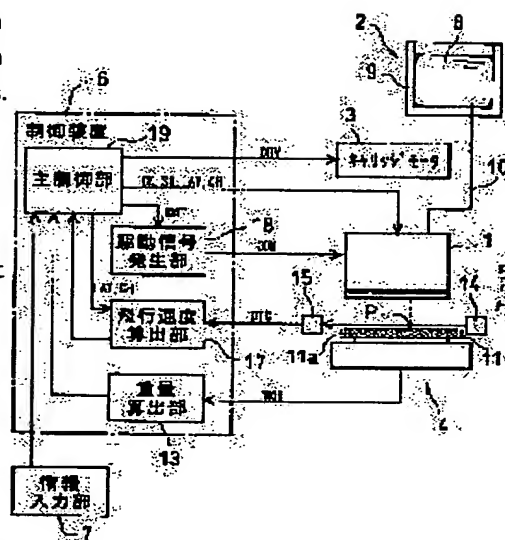
(72)Inventor : TAKAHASHI TOMOAKI

(54) LIQUID EJECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid ejection device which can deal with a plurality of liquids having different physical properties, and can eject liquid drops under the optimum condition corresponding to purposes.

SOLUTION: The liquid ejection device is provided with a weight measurement part 5 for measuring liquid drops by collecting the liquid drops ejected from an ejection head 1 and a weight computing part 13, a laser detection part 14 for measuring the flight speed of the liquid drops by detecting the liquid drops in flight at a detecting position P, and a flight speed computing part 17. A main control unit 19 adjusts the drive pulse waveform generated by a drive signal generation part 18 based on a difference between the flight speed of the liquid drops and the weight measured corresponding to the drive pulse of the standard waveform and the flight speed and the weight set as a target value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the pressure room which was open for free passage to the nozzle orifice, and the pressure generating component which may make the liquid of this pressure interior of a room produce pressure fluctuation. The liquid of the pressure interior of a room by actuation of a pressure generating component The injection head in which the regurgitation is possible as a drop from a nozzle orifice, In the fluid injector which has a driving pulse generating means by which the driving pulse for supplying the flight characteristic of a drop to a measurable flight-characteristic measurement means and the above-mentioned pressure generating component can be generated, and a wave adjustment means by which the wave configuration of this driving pulse can be adjusted A drop weight measurement means to measure the weight of a drop because said flight-characteristic measurement means carries out uptake of the breathed-out drop, It has a flying-speed measurement means to measure the flying speed of a drop by detecting the drop under flight in a detection location. A wave adjustment means The fluid injector characterized by adjusting the wave of the driving pulse which a drive signal generation means generates based on the difference of the flying speed of a drop and weight which were measured corresponding to the driving pulse of a reference waveform, and the flying speed and weight which were set up as desired value.

[Claim 2] Said drop weight measurement means is a fluid injector according to claim 1 characterized by computing the weight of one drop from the weight of two or more drops which carried out uptake.

[Claim 3] Said flying-speed measurement means is a fluid injector according to claim 1 or 2 characterized by to compute a flying speed based on the time of flight which was equipped with a time-of-flight measurement means measure the time of flight of the drop detected in the above-mentioned detection location based on the detecting signal from a drop, the laser light source which irradiates a laser beam possible [a crossover], the photo detector which can receive the laser beam from this laser light source, and a photo detector, and the time-of-flight measurement means measured.

[Claim 4] Said pressure generating component is a fluid injector given in any of claim 1 to claim 3 characterized by being the electric machine sensing element which can be changed in the volume of a pressure room they are.

[Claim 5] The expansion element with which said driving pulse expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, It is the 1st driving pulse containing the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which makes a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held. A wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the driver voltage from the maximum potential in the 1st driving pulse to the minimum potential.

[Claim 6] Said driving pulse is the fluid injector according to claim 4 characterized by to adjust the middle potential corresponding to [are the 1st driving pulse containing the expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which make a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the

expansion condition was held, and] the stationary volume in a wave adjustment means.

[Claim 7] It is the fluid injector according to claim 4 characterized by for said driving pulse to be the 1st driving pulse containing the expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which make a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held, and for a wave adjustment means to adjust the time-amount width of face of an expansion element.

[Claim 8] It is the fluid injector according to claim 4 characterized by for said driving pulse to be the 1st driving pulse containing the expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which make a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held, and for a wave adjustment means to adjust the time-amount width of face of an expansion hold element.

[Claim 9] The 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly so that said driving pulse may draw a meniscus in a pressure room side greatly, It is the 2nd driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop. A wave adjustment means The fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the driver voltage from the maximum potential in the 2nd driving pulse to the minimum potential.

[Claim 10] Said driving pulse is a fluid injector according to claim 4 characterized by to adjust the middle potential corresponding to [are the 2nd driving pulse containing the 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly in order to draw a meniscus in a pressure room side greatly, and the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop, and] the stationary volume in a wave adjustment means.

[Claim 11] It is the fluid injector according to claim 4 characterized by for said driving pulse to be the 2nd driving pulse containing the 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly in order to draw a meniscus in a pressure room side greatly, and the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop, and for a wave adjustment means to adjust the termination potential of the 2nd regurgitation element.

[Claim 12] A fluid injector given in any of claim 1 to claim 11 characterized by enabling adjustment of the discharge quantity of a drop by constituting said driving pulse generating means possible [generating of two or more driving pulses] in a unit period, and carrying out adjustable [of the number of supplies of the driving pulse to the pressure generating component per unit period] they are.

[Claim 13] A fluid injector given in any of claim 1 to claim 11 characterized by enabling adjustment of the discharge quantity of a drop by constituting the generating period of a driving pulse for said driving pulse generating means possible [adjustable], and carrying out adjustable [of the supply period of the driving pulse to a pressure generating component] they are.

[Claim 14] A fluid injector given in any of claim 4 to claim 13 characterized by said electric machine sensing element being a piezoelectric transducer they are.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fluid injector equipped with the injection head in which the regurgitation is possible by making a liquid into a drop.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ink jet type recording device which records an image, an alphabetic character, etc. in the record paper is well known for carrying out the regurgitation of the liquid-like ink (liquid ink being called hereafter.) as an ink droplet from a recording head. This ink jet type recording device makes the liquid ink of the pressure interior of a room produce pressure fluctuation, and makes an ink droplet breathe out from the nozzle orifice which was open for free passage in the pressure room. Recently, the fluid injector which makes liquids other than liquid ink breathe out as a drop is developed as application of this ink jet type recording device.

[0003] There is a general-purpose coater which applies to a kind of this fluid injector the various liquids with which physical properties differ on the surface of an object. This general-purpose coater is used as a filter manufacturing installation which manufactures the color filter for liquid crystal displays by applying each color material of R (red), G (Green), and B (blue) on the surface of a glass substrate, or it considers using as a liquid crystal injector which injects the liquid crystal of the specified quantity into the grid which constitutes a pixel in the production line of a liquid crystal display. Moreover, using as the coating equipment which forms a coating layer in a substrate front face for a general-purpose coater, the molding equipment which makes a solid object from making low melting point solder breathe out, the soldering equipment which does a soldering activity, or a culture apparatus which applies the culture medium of a fungus body is also considered.

[0004] Moreover, as fluid injectors other than a general-purpose coater, there is an ink jet experimental device used for development of the component engineering etc. This ink jet experimental device is used in order to define the optimal regurgitation conditions for that liquid ink or to, devise the drive approach of changing the magnitude of a record dot etc., for example, at the time of development of new liquid ink.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the above-mentioned ink jet type recording device, the physical properties of the liquid ink used, for example, viscosity and surface tension, are decided beforehand. Moreover, the distance to an object is also beforehand decided from the objects (recording paper etc.) which carry out the regurgitation of the liquid ink, and a recording head. Therefore, the regurgitation conditions for making an ink droplet breathe out could be restricted, and this regurgitation condition did not need to be changed greatly.

[0006] However, in the above-mentioned fluid injector, the physical properties of the liquid breathed out are variously different for every liquid. For example, it is greatly different about the viscosity and surface tension with the liquid crystal made to breathe out by the liquid crystal injector, and the low melting point solder made to breathe out with soldering equipment. And the regurgitation conditions searched for are also different for every equipment. For example, in a filter manufacturing installation, the impact location precision of a drop and the amount of a drop are asked for a high precision. On the other hand, with coating equipment, even if the front face of an object is a curve side, applying a drop certainly is called for. Therefore, sufficient engine performance as a fluid injector was not obtained only by applying the technique of an ink jet recording device.

[0007] This invention is made in view of such a situation, two or more kinds of liquids with which physical properties differ can be treated, and it aims at offering the fluid injector which can make a drop breathe out on the optimal regurgitation conditions according to an application.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention is proposed in order to attain the above-mentioned purpose. A thing according to claim 1 It has the pressure room which was open for free passage to the nozzle orifice, and the pressure generating component which may make the liquid of this pressure interior of a room produce pressure fluctuation. The liquid of the pressure interior of a room by actuation of a pressure generating component The injection head in which the regurgitation is possible as a drop from a nozzle orifice, In the fluid injector which has a driving pulse generating means by which the driving pulse for supplying the flight characteristic of a drop to a measurable flight-characteristic measurement means and the above-mentioned pressure generating component can be generated, and a wave adjustment means by which the wave configuration of this driving pulse can be adjusted A drop weight measurement means to measure the weight of a drop because said flight-characteristic measurement means carries out uptake of the breathed-out drop, It has a flying-speed measurement means to measure the flying speed of a drop by detecting the drop under flight in a detection location. A wave adjustment means It is the fluid injector characterized by adjusting the wave of the driving pulse which a drive signal generation means generates based on the difference of the flying speed of a drop and weight which were measured corresponding to the driving pulse of a reference waveform, and the flying speed and weight which were set up as desired value.

[0009] A thing according to claim 2 is a fluid injector according to claim 1 characterized by said drop weight measurement means computing the weight of one drop from the weight of two or more drops which carried out uptake.

[0010] A thing according to claim 3 is the fluid injector according to claim 1 or 2 characterized by for said flying-speed measurement means to compute a flying speed based on the time of flight which was equipped with a time-of-flight measurement means measure the time of flight of the drop detected in the above-mentioned detection location based on the detecting signal from a drop, the laser light source which irradiates a laser beam possible [a crossover], the photo detector which can receive the laser beam from this laser light source, and a photo detector, and the time-of-flight measurement means measured.

[0011] A thing according to claim 4 is a fluid injector given in any of claim 1 to claim 3 characterized by said pressure generating component being an electric machine sensing element which can be changed in the volume of a pressure room they are.

[0012] A thing according to claim 5 said driving pulse The expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, It is the 1st driving pulse containing the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which makes a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held. A wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the driver voltage from the maximum potential in the 1st driving pulse to the minimum potential.

[0013] A thing according to claim 6 said driving pulse The expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, It is the 1st driving pulse containing the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which makes a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held. A wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the middle potential corresponding to the stationary volume. In addition, "middle potential" is potential which specifies the volume (stationary volume) of the pressure room in a steady state, and it is set up between the minimum potential and the maximum potential.

[0014] A thing according to claim 7 said driving pulse The expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, It is the 1st driving pulse containing the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which makes a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held. A wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the time amount width of face of an expansion element.

[0015] A thing according to claim 8 said driving pulse The expansion element which expands the pressure room of the stationary volume at the rate of extent which does not make a drop breathe out, It is the 1st driving pulse containing the expansion hold element holding the expansion condition of a pressure room, and the regurgitation element which makes a drop breathe out by shrinking rapidly the pressure room where the expansion condition was held. A wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the time amount width of face of an expansion hold element.

[0016] A thing according to claim 9 said driving pulse The 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly in order to draw a meniscus in a pressure room side greatly, It is the 2nd driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop. A wave adjustment means It is the fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the driver voltage from the maximum potential in the 2nd driving pulse to the minimum potential. In addition, a "meniscus" is the free surface of the liquid exposed by the nozzle orifice.

[0017] A thing according to claim 10 said driving pulse The 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly in order to draw a meniscus in a pressure room side greatly, It is the 2nd driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop. A wave adjustment means It is the fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the middle potential corresponding to the stationary volume.

[0018] A thing according to claim 11 said driving pulse The 2nd expansion element which expands the pressure room of the stationary volume rapidly in order to draw a meniscus in a pressure room side greatly, It is the 2nd driving pulse containing the 2nd regurgitation element which makes a part for the core of the meniscus drawn with the 2nd expansion element by shrinking a pressure room breathe out as a drop, and a wave adjustment means is a fluid injector according to claim 4 characterized by adjusting the termination potential of the 2nd regurgitation element.

[0019] A thing according to claim 12 is a fluid injector given in any of claim 1 to claim 11 characterized by enabling adjustment of the discharge quantity of a drop they are by constituting said driving pulse generating means possible [generating of two or more driving pulses] in a unit period, and carrying out adjustable [of the number of supplies of the driving pulse to the pressure generating component per unit period].

[0020] A thing according to claim 13 is a fluid injector given in any of claim 1 to claim 11 characterized by enabling adjustment of the discharge quantity of a drop they are by constituting the generating period of a driving pulse for said driving pulse generating means possible [adjustable], and carrying out adjustable [of the supply period of the driving pulse to a pressure generating component].

[0021] A thing according to claim 14 is a fluid injector given in any of claim 4 to claim 13 characterized by said electric machine sensing element being a piezoelectric transducer they are.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the general-purpose coater which is a kind of a fluid injector about the gestalt of operation of this invention is mentioned as an example, and is explained. First, the basic configuration of a general-purpose coater is explained based on drawing 1 - drawing 4 .

[0023] The general-purpose coater illustrated to drawing 1 a liquid The injection head 1 in which the regurgitation is possible in the state of a drop, The liquid reservoir section 2 which can store the liquid

supplied to the injection head 1, and the carriage motor 3 used as the driving source at the time of moving the injection head 1, The gravimetry section 4 which carries out uptake of the drop breathed out from the injection head 1, and measures weight, It has the control unit 6 which controls electrically the laser detecting element 5 detectable in a detection location, and actuation of the injection head 1 for the drop under flight breathed out from the injection head 1, and the information input section 7 for inputting required information to a control unit 6.

[0024] If a reservoir of a liquid is possible for the above-mentioned liquid reservoir section 2, it can take the configuration of arbitration. The liquid reservoir section 2 of this operation gestalt is equipped with the liquid pack 8 which enclosed in the container the liquid made to breathe out, and the maintenance case 9 which can contain this liquid pack 8, and is opening for free passage between the liquid packs 8 and the injection heads 1 which were contained by the supply tube 10. For this reason, the class of liquid supplied to the injection head 1 is changeable by choosing suitably two or more kinds liquid pack 8 -- from which the class of enclosed liquid differs, and containing in the maintenance case 9. Moreover, although the liquid supplied to the injection head 1 is made to suit as the above-mentioned supply tube 10 and various things can be used, the tube made of resin which has the flexibility of a silicon tube etc. is used suitably, for example. Furthermore, the pressurization device (not shown) which pressurizes the liquid pack 8 from the outside of a pack is prepared in the maintenance case 9. If this pressurization device is operated, since the liquid stored by the liquid pack 8 will be pressurized, a liquid can be extruded to an injection head side. Thereby, a liquid can be certainly supplied to the injection head 1.

[0025] The above-mentioned carriage motor 3 constitutes the scanner of the injection head 1 with a timing belt, a pulley (neither is illustrated), etc. The carriage motor 3 of this operation gestalt is constituted by the pulse motor, and it is moved, carrying out position control of the injection head 1 according to the pulse (migration control information, DRV) supplied from a control unit 6.

[0026] The above-mentioned gravimetry section 4 is a part of flight-characteristic measurement means in this invention, and constitutes a part of drop weight measurement means. The configuration of arbitration can be taken if this gravimetry section 4 has the measurable weight of a drop. It is the configuration which measures the weight of the drop by which was equipped with the uptake section 11 in which uptake is possible, and uptake was carried out to this uptake section 11 in the drop with this operation gestalt. Uptake sheet 11a which a drop can permeate is attached in the above-mentioned uptake section 11, and it constitutes so that the uptake of the drop breathed out from the injection head 1 can be carried out certainly. And in case the weight of a drop is measured, this uptake sheet 11a is made to counter the nozzle plate of the injection head 1, and is arranged. In this case, although the distance from the front face of the injection head 1 to an uptake sheet 11a front face can be suitably set up according to the range of a drop which can be flown, it is set as 2mm with this operation gestalt.

[0027] By the way, the drop breathed out from the above-mentioned injection head 1 is **** small quantity whose one drop is several pico liter (pL) extent. For this reason, one drop of weight is also several nanogram (ng) extent, and it is difficult to measure weight for every drop. So, in case the weight of a drop is measured in the gravimetry section 4, he makes two or more drops breathe out from a nozzle orifice, and is trying to measure the weight. For example, the drop of 100,000 shots is made to breathe out from all nozzle orifice 12 -- (to refer to drawing 2) belonging to one nozzle train, and the whole weight is measured.

[0028] This gravimetry section 4 is connected as electrically as the weight calculation section 13 of a control unit 6. And the measurement result of drop weight is sent out to the weight calculation section 13 as measurement information (WGT). This weight calculation section 13 functions as a drop weight measurement means of this invention with the gravimetry section 4, and it computes the weight per drop of a drop from the measurement information of drop weight so that it may mention later. If such an approach is taken, even if it is the drop of **** small quantity, weight can be measured in a high precision.

[0029] The above-mentioned laser detecting element 5 is a part of flight-characteristic measurement

means in this invention, and constitutes a part of flying-speed measurement means. This laser detecting element 5 contains the laser photo detector 15 in which an output of the detecting signal (DTC) of predetermined level is possible according to the laser light source 14 and the light-receiving condition of a laser beam that a laser beam can be generated. This laser detecting element 5 is arranged so that the flight locus and laser beam of a drop may cross in the detection location P. For this reason, as for the detecting signal from the laser photo detector 15, a drop's passage of the detection location P changes level for the passage period of a drop. Therefore, passage of a drop can be recognized under supervising the level of this detecting signal. And the laser beam from the laser light source 14 is excellent in linearity, and the path of a beam of light can also extract it very thinly. For this reason, the drop of **** small quantity is certainly detectable.

[0030] With this operation gestalt, the group of the laser light source 14 and the laser photo detector 15 is made into 1 set, and it is arranging so that the direction of radiation (the direction of an optical axis) of a laser beam may become parallel to the both sides of the direction of a nozzle train, and the direction of a front face of a nozzle plate 16 (refer to drawing 2). Moreover, the above detection location P is between the injection head 1 and the gravimetry section 4, and is set from the nozzle orifice 12 (nozzle plate front face) to predetermined distance, for example, the location isolated 1mm.

[0031] This laser detecting element 5 is used in case the flying speed of a drop is measured. For example, if elapsed time until this drop passes through the detection location P with the time as the starting point of a drop being breathed out from the injection head 1 is measured, the acquired elapsed time means the time of flight of a drop. In this case, since the distance from the nozzle orifice 12 to the detection location P is known, the flying speed of a drop is computable from time of flight. Calculation of this flying speed is made by the flying-speed calculation section 17 of a control unit 6 so that it may mention later. That is, this flying-speed calculation section 17 functions as a flying-speed measurement means of this invention with the laser detecting element 5.

[0032] The above-mentioned information input section 7 functions as an information input means, and to a control unit 6, in case information, such as a flying speed of a drop and desired value of weight, is inputted, it is used. As long as this information input section 7 can input required information, it may be what kind of configuration. For example, a keyboard, a mouse, a touch panel, and a switch can be used.

[0033] The above-mentioned control unit 6 is equipped with the drive signal generator 18 which generates the driving signal for supplying the injection head 1, the main control section 19 constituted including CPU-ROM-RAM (neither is illustrated) etc., the flying-speed calculation section 17 which computes the flying speed of a drop based on the detecting signal from the laser photo detector 15, and the weight calculation section 13 which computes one drop of drop weight based on the measurement information from the gravimetry section 4.

[0034] The drive signal generator 18 is a kind of the driving pulse generating means in this invention. The driving signal which this drive signal generator 18 generates is a signal shown in drawing 5 , and contains two or more driving pulses (PS1-PS3) for making the drop of the specified quantity breathe out from the nozzle orifice 12 of the injection head 1 in the injection period T. And the drive signal generator 18 repeats this driving signal to every injection period T, and is generated. In addition, this driving signal is explained in detail later.

[0035] The above-mentioned main control section 19 performs control in this general-purpose coater, generates injection data (SI) concerning [for example,] injection control of a drop, or generates the migration control information (DRV) for controlling the carriage motor 3. Moreover, the main control section 19 generates the signal for control of the injection head 1 (CK, Local Area Transport, CH), or generates the wave information (DAT) outputted to the drive signal generator 18.

[0036] The above-mentioned injection data are data in which the injection quantity in whether a drop is injected and or not the case of injecting is shown, and are constituted from this operation gestalt by 2-bit data. This injection data divides the injection condition per unit field into four steps, and expresses it. For example, four steps of conditions, un-injecting [which does not inject a drop]; the injection 1 which

injects a little drop, the injection 2 which injects the drop of the amount of inside, and the injection 3 which injects a lot of drops, are expressed. And un-injecting is expressed by injection data (00) and injection 1 is expressed by injection data (01). Moreover, injection 2 is expressed by injection data (10) and injection 3 is expressed by injection data (11).

[0037] The signal for control of the injection head 1 is constituted by the clock signal (CK) as for example, a clock of operation, the latch signal (Local Area Transport) which specifies the latch timing of injection data, and the channel signal (CH) which specifies the supply initiation timing of each driving pulse within a driving signal. Therefore, the main control section 19 outputs suitably these clock signals, a latch signal, and a channel signal to the injection head 1.

[0038] Wave information (DAT) specifies the wave configuration of the driving signal which the drive signal generator 18 generates. That is, the drive signal generator 18 generates the driving signal (driving pulse) of the configuration defined for this wave information. And the main control section 19 adjusts the wave configuration of a driving pulse based on the weight information on the drop from the weight calculation section 13, the flying-speed information on the drop from the flying-speed calculation section 17, etc. so that it may mention later. That is, this main control section 19 functions also as a wave adjustment means of this invention.

[0039] The flying-speed calculation section 17 constitutes a part of flying-speed measurement means of this invention, and functions also as a time-of-flight measurement means.

[0040] With this operation gestalt, when the latch signal and channel signal from the main control section 19 are made into a trigger, a time check is started and the detecting signal from the laser detecting element 5 shows detection of a drop, a time check is ended and temporary time of flight is acquired (when there is level change). And time of flight is computed by subtracting amendment time amount from the acquired temporary time of flight. That is, when a drop is actually breathed out from a nozzle orifice 12 with the time of a latch signal and a channel signal being supplied, there is time difference, and this time difference is almost fixed. For this reason, the time difference from the supply initiation point in time of a latch signal etc. to the drop regurgitation is made into amendment time amount, and time of flight until the drop breathed out from the nozzle orifice 12 by subtracting from the above-mentioned temporary time of flight is detected by the laser detecting element 5 can be computed.

[0041] Next, the flying-speed calculation section 17 computes a flying speed from the above-mentioned time of flight. That is, the division of the flight distance from the nozzle orifice 12 to the detection location P is done in the acquired time of flight. And the flying-speed calculation section 17 transmits the computed flying speed to the main control section 19 as flying-speed information. The main control section 19 memorizes the received flying-speed information to the storage region (rate information storage means) of RAM.

[0042] As described above, the weight calculation section 13 constitutes a part of drop weight measurement means of this invention, and computes the weight per drop of a drop.

[0043] With this operation gestalt, the measurement information before the regurgitation in front of the drop regurgitation and the after [the regurgitation] measurement information at the time of making the drop of the count of predetermined (for example, 100,000 shots) breathe out from each nozzle orifice 12 are acquired first, respectively. Next, regurgitation AUW is computed by subtracting the measurement information before the regurgitation from after [the regurgitation] measurement information. One drop of weight is computed by spreading this regurgitation AUW and doing a division by the count of the regurgitation (namely, count of the nozzle numerical-aperture x regurgitation). For example, the count of the regurgitation of 50 pieces and one nozzle open taste considers [a number] the case of nozzle orifice 12 -- where regurgitation AUW is 75mg, 100,000 times. In this case, since one drop of weight is computed by $75\text{mg}/(50 \times 100,000)$, it serves as 15ng.

[0044] And the weight calculation section 13 transmits the computed drop weight to the main control section 19 as weight information. The main control section 19 memorizes the received weight information to the storage region (weight information storage means) of RAM.

[0045] Next, the above-mentioned injection head 1 is explained to a detail. First, the structure of the injection head 1 is explained.

[0046] The illustrated injection head 1 is equipped with the vibrator group 22 which formed two or more piezoelectric transducer 21 -- in the shape of a ctenidium, the stationary plate 23 to which this vibrator group 22 is joined and the vibrator unit 25 which carried out unitization of the flexible cable 24 grade which supplies electric power to each piezoelectric transducer 21 --, the case 26 which can contain this vibrator unit 25, and the passage unit 27 joined to the apical surface of a case 26 as shown in drawing 2.

[0047] The above-mentioned piezoelectric transducer 21 is a kind of the pressure generating component of this invention, and is a kind of an electric machine sensing element (namely, electrical energy component convertible into kinetic energy). This piezoelectric transducer 21 is carved with a very thin width of face of 30 micrometers - about 100 micrometers in the shape of a ctenidium. The illustrated piezoelectric transducer 21 is a piezoelectric transducer of the laminating mold constituted by carrying out the laminating of a piezo electric crystal and the internal electrode by turns, and is the piezoelectric transducer 21 in the longitudinal-oscillation mode which can be expanded and contracted in the lengthwise direction which intersects perpendicularly in the direction of electric field. And a part for a end face flank is joined on the stationary plate 23, and each piezoelectric transducer 21 -- is attached in the state of the cantilever which made the free edge project outside the edge of a stationary plate 23. Moreover, it is the side face of the vibrator group 22 of each piezoelectric transducer 21 -- in which contact immobilization of the apical surface is carried out at the pars insularis 28 of the passage unit 27, and the flexible cable 24 serves as the opposite side in a stationary plate 23, and connects with each piezoelectric transducer 21 -- electrically.

[0048] The passage unit 27 consists of arranging a nozzle plate 16 on one front face of the passage formation substrate 31 on both sides of the passage formation substrate 31 in between, arranging an elastic plate 32 on the front face of another side which serves as the opposite side in a nozzle plate 16, and carrying out a laminating, as shown in drawing 3.

[0049] A nozzle plate 16 is a thin plate made from stainless steel which established two or more nozzle orifice 12 -- in the pitch corresponding to a dot formation consistency to seriate. 50 nozzle orifice 12 - is installed successively in the pitch of 180dpi, and these nozzle orifice 12 -- constitutes a nozzle train from this operation gestalt.

[0050] The passage formation substrate 31 is the tabular member in which the hollow part used as the liquid feed hopper 34 and the common liquid room 35 was formed while forming the hollow part which is made to correspond to each nozzle orifice 12 -- of a nozzle plate 16, and serves as the pressure room 33.

[0051] The pressure room 33 is ** long and slender in the direction which intersects perpendicularly to the successive installation direction (the direction of a nozzle train) of a nozzle orifice 12, and consists of flat alcoves divided in the weir section. And the liquid feed hopper 34 is formed in the form of a narrow segment with the narrow depth of this weir section. Moreover, it is made to penetrate in the direction of board thickness in the location most distant from the common liquid room 35 in the pressure room 33, and the nozzle free passage opening 36 which opens a nozzle orifice 12 and the pressure room 33 for free passage is formed in it.

[0052] An elastic plate 32 is the dual structure which carried out the lamination of the resin films 38, such as PPS (polyphenylene sulfide), on the support plate 37 made from stainless steel. And etching processing of the support plate 37 of the part corresponding to the pressure room 33 is carried out annularly, and the pars insularis 28 is formed, the support plate 37 of the part corresponding to the common liquid room 35 is removed by etching processing, and it is made only the resin film 38.

[0053] The charge and discharge of a piezoelectric transducer 21 are performed by the injection head 1 which has the above-mentioned configuration by supplying alternatively the driving signal from the drive signal generator 18 to a piezoelectric transducer 21. And if a piezoelectric transducer 21 is discharged, a piezoelectric transducer 21 will develop to a vibrator longitudinal direction, and the pars insularis 28 will

be pressed at a nozzle plate 16 side. The resin film 38 which constitutes the diaphragm section deforms by this, and the pressure room 33 contracts. On the other hand, if a piezoelectric transducer 21 is charged, a piezoelectric transducer 21 will be contracted to a vibrator longitudinal direction, and the pressure room 33 will expand with the elasticity of the resin film 38. And change can be given to the fluid pressure in the pressure room 33 by controlling expansion and contraction of the pressure room 33, and the regurgitation of the drop can be carried out from a nozzle orifice 12.

[0054] Next, the electric configuration of this injection head 1 is explained. The shift registers 41 and 42 with which, as for this injection head 1, injection data are set as shown in drawing 4, The latch circuits 43 and 44 which latch the injection data set to shift registers 41 and 42, The decoder 45 which translates into pulse select data the injection data latched by latch circuits 43 and 44, It has the control logic 46 which outputs a timing signal, the level shifter 47 which functions as a voltage amplifier, the switching circuit 48 which controls supply of the driving signal over a piezoelectric transducer 21, and the piezoelectric transducer 21.

[0055] Shift registers 41 and 42 consist of the 1st shift register 41 and the 2nd shift register 42. And the injection data of the lower bit (bit 0) about all nozzle orifice 12 — are set to the 1st shift register 41, and the injection data of the high order bit (bit 1) about all nozzle orifice 12 — are set to the 2nd shift register 42.

[0056] Latch circuits 43 and 44 consist of the 1st latch circuit 43 and the 2nd latch circuit 44. And the 1st latch circuit 43 is electrically connected to the 1st shift register 41, and the 2nd latch circuit 44 is electrically connected to the 2nd shift register 42. Therefore, if a latch signal is inputted into these latch circuits 43 and 44, the 1st latch circuit 43 latches the injection data of the lower bit set to the 1st shift register 41, and the 2nd latch circuit 44 latches the injection data of the high order bit set to the 2nd shift register 42.

[0057] The injection data latched by each latch circuits 43 and 44 are inputted into a decoder 45. This decoder 45 functions as a pulse select data generation means, translates 2-bit injection data, and generates two or more bits pulse select data. With this operation gestalt, as shown in drawing 5 or drawing 12, since the drive signal generator 18 generates the driving signal with which three driving pulses (PS1-PS3, PS4-PS6) were contained in the injection period T, a decoder 45 generates the pulse select data of a triplet. That is, the injection data (00) which do not inject a drop are translated, pulse select data (000) is generated, the injection data (01) which inject a little drop are translated, and pulse select data (010) is generated. Similarly the injection data (10) which inject the drop of the amount of inside are translated, pulse select data (101) is generated, the injection data (11) which inject a lot of drops are translated, and pulse select data (111) is generated.

[0058] The control logic 46 generates a timing signal based on the latch signal (Local Area Transport) and channel signal (CH) from the main control section 19, and supplies this generated timing signal to a decoder 45. Namely, whenever the control logic 46 receives a latch signal and a channel signal, it generates a timing signal and supplies it to a decoder 45. And whenever a decoder 45 receives this timing signal, it inputs the pulse select data of a triplet into a level shifter 47 sequentially from a high-order-bit side.

[0059] This level shifter 47 functions as a voltage amplifier, and when pulse select data is (1), it outputs the electrical signal by which the pressure up was carried out to the electrical potential difference which can drive a switching circuit 48, for example, the electrical potential difference of about dozens of volts.

[0060] The pulse select data of (1) by which the pressure up was carried out by the level shifter 47 is supplied to a switching circuit 48. The driving signal (COM) from the drive signal generator 18 is supplied to the input side of this switching circuit 48, and the piezoelectric transducer 21 is connected to the output side of a switching circuit 48. Printing data control actuation of a switching circuit 48. For example, a driving signal is supplied to a piezoelectric transducer 21 during the period whose pulse select data which joins a switching circuit 48 is (1), and a piezoelectric transducer 21 deforms according to this driving signal. The electrical signal with which the pulse select data which joins a switching circuit

48 operates a switching circuit 48 from a level shifter 47 during the period of (0) on the other hand is not outputted, and a driving signal is not supplied to a piezoelectric transducer 21. In addition, since a piezoelectric transducer 21 is served like a capacitor, as for the potential of a piezoelectric transducer 21, pulse select data continues holding the potential in front of cutoff during the period of (0).

[0061] Next, injection control of the drop in this general-purpose coater is explained.

[0062] First, the driving signal which the drive signal generator 18 generates is explained. The driving signal illustrated to drawing 5 is a standard driving signal in which the regurgitation [the drop of comparatively many amounts] is possible. This standard driving signal has generated each of these standard driving pulses PS1-PS3 for every predetermined spacing including three standard driving pulses (1st standard driving pulse PS1, 2nd standard driving pulse PS2, 3rd standard driving pulse PS3) in the injection period T.

[0063] These standard driving pulses PS1-PS3 are kinds of the 1st driving pulse of this invention, and are constituted by the pulse signal of the wave configuration where all are the same. As shown in drawing 6, namely, these standard driving pulses PS1-PS3 The expansion element P1 which raises potential with the fixed inclination of extent which does not make a drop breathe out from the middle potential VM to the maximum potential VH, The expansion hold element P2 which carries out predetermined time maintenance of the maximum potential VH, and the regurgitation element P3 to which potential is dropped by the steep slope from the maximum potential VH to the minimum potential VL, The contraction hold element P4 which carries out predetermined time maintenance of the minimum potential VL, and the vibration-deadening element P5 which raises potential from the minimum potential VL to the middle potential VM are included. In addition, the vibration-deadening element P5 is a kind of the 1st return element, and returns the volume of the pressure room 33 to a steady state.

[0064] If these standard driving pulses PS1-PS3 are supplied to a piezoelectric transducer 21, whenever each standard driving pulses PS1-PS3 are supplied, the drop of the specified quantity (for example, 15ng(s)) will be breathed out from a nozzle orifice 12.

[0065] That is, with supply of the expansion element P1, a piezoelectric transducer 21 contracts greatly and the pressure room 33 expands from the stationary volume corresponding to the middle potential VM to the maximum volume corresponding to the maximum potential VH. The inside of the pressure room 33 is decompressed with this expansion, and the liquid of 35 of a common liquid room flows in the pressure room 33 through the liquid feed hopper 34. The expansion condition of this pressure room 33 continues, and is maintained at the days of supply of the expansion hold element P2. Then, the regurgitation element P3 is supplied, and a piezoelectric transducer 21 develops greatly and contracts the pressure room 33 rapidly to the minimum volume. With this contraction, the liquid in the pressure room 33 is pressurized and the drop of the specified quantity is breathed out from a nozzle orifice 12. Since the contraction hold element P4 is supplied following the regurgitation element P3, the contraction condition of the pressure room 33 is maintained. And in the contraction condition of the pressure room 33, a meniscus (free surface of the liquid exposed by the nozzle orifice 12) vibrates greatly in response to the effect of the regurgitation of a drop. Then, the vibration-deadening element P5 is supplied to the timing which can control vibration of a meniscus, and the pressure room 33 carries out an expansion return to the stationary volume. That is, that the fluid pressure in the pressure room 33 should be offset, the pressure room 33 is expanded and fluid pressure is decompressed. Thereby, vibration of a meniscus can be controlled in a short time, and the regurgitation of the following drop can be stabilized.

[0066] And the injection quantity of a drop can be set up for every (every injection period T) unit field by changing the number of the standard driving pulses supplied within one injection period T. For example, the drop of 15ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying only 2nd standard driving pulse PS2 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21. Moreover, the drop of 30ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying 1st standard driving pulse PS1 and 3rd standard driving pulse PS3 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21. Furthermore, the drop of 45ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying each standard driving pulses

PS1-PS3 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21.

[0067] Injection control of this drop is performed based on the above-mentioned pulse select data. That is, when pulse select data is (000), also in any of T3 during the 3rd nascent state between [T2] the 2nd nascent state corresponding to 2nd standard driving pulse PS2, and corresponding to 3rd standard driving pulse PS3, a switching circuit 48 is made into an OFF condition during [T1] the 1st nascent state corresponding to 1st standard driving pulse PS1. For this reason, each standard driving pulses PS1-PS3 are not supplied to a piezoelectric transducer 21. And when pulse select data is (010), a switching circuit 48 will be in ON condition during [T2] the 2nd nascent state, and a switching circuit 48 will be in an OFF condition between [T1] the 1st nascent state and in T3 during the 3rd nascent state. For this reason, only 2nd standard driving pulse PS2 is supplied to a piezoelectric transducer 21. Moreover, when pulse select data is (101), between [T1] the 1st nascent state and in T3 during the 3rd nascent state, a switching circuit 48 will be in ON condition, and a switching circuit 48 will be in an OFF condition during [T2] the 2nd nascent state. For this reason, 1st standard driving pulse PS1 and 3rd standard driving pulse PS3 are supplied to a piezoelectric transducer 21. Similarly, when pulse select data is (111), in each period of between [T1] the 1st nascent state - T3 during the 3rd nascent state, a switching circuit 48 will be in ON condition, and each standard driving pulses PS1-PS3 will be supplied to a piezoelectric transducer 21.

[0068] By the way, in this kind of general-purpose coater, the optimal regurgitation conditions of a drop, for example, the amount and flying speed of a drop, change by the application.

[0069] For example, the physical properties of the liquid made to breathe out with this general-purpose coater, for example, surface tension and viscosity, vary with that application. For example, liquefied color material is made to breathe out as a liquid in the case of the filter manufacturing installation which manufactures a color filter by forming a pixel on the surface of a glass substrate. Moreover, coating liquid is made to breathe out as a liquid in the case of the coating equipment which forms a coating layer in a substrate front face. And physical properties of coating liquid [the liquefied color material used by the filter manufacturing installation and] used with coating equipment do not necessarily correspond. For this reason, the adjustment doubled with the physical properties of a used solution object is needed. [0070] Moreover, when in the case of a filter manufacturing installation color material is made to breathe out and Myst arises, there is a possibility that this Myst may mix in a neighboring grid field. And if Myst mixes in other grid fields, the color of the pixel in this grid field will shift. For this reason, it is necessary to make the drop of the exact amount which is a low speed comparatively which Myst cannot generate easily breathe out in a filter manufacturing installation.

[0071] Moreover, in the case of coating equipment, it is necessary to set the regurgitation conditions of a drop that the thickness of a coating layer becomes homogeneity. In this coating equipment, with a flat surface, a substrate front face is not restricted but also has the case of a curve side. For example, the front face of the lens for glasses is a curve side, and is the case where it is said that he wants to form a coating layer in this curve front face. In this case, when flying speeds run short, there is a possibility that a drop may not arrive to a substrate front face, and it will become causes, such as nonuniformity. For this reason, the range of the distance which can be applied needs to make the comparatively large drop of a comparatively high-speed and exact amount breathe out in coating equipment.

[0072] Paying attention to the above point, with this operation gestalt, the above-mentioned main control section 19 is operated as a wave adjustment means of this invention, and the wave configuration of each standard driving pulses PS1-PS3 is adjusted based on the weight information from the weight calculation section 13, the flying-speed information from the flying-speed calculation section 17, etc. That is, adjustment of the injection quantity in a unit field is mainly performed with the number of supplies to the piezoelectric transducer 21 of each standard driving pulse, and adjustment of the injection property of a drop and adjustment of minute discharge quantity are performed by setup of a wave configuration. By this, while being able to expand the adjustment width of face of the injection quantity, improvement in precision of the injection quantity can be aimed at, and optimization of an

injection property can also be attained further. Hereafter, adjustment of the wave configuration by the main control section 19 is explained.

[0073] First, based on drawing 7, the relation between the driver voltage (potential difference from the maximum potential V_H to the minimum potential V_L) of each standard driving pulses PS1–PS3 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0074] Here, drawing 7 is change of the regurgitation property at the time of adjusting driver voltage, (a) shows change of the flying speed of the drop at the time of changing driver voltage, and (b) shows change of the weight of the drop at the time of changing driver voltage. In addition, in setting up driver voltage, the minimum potential V_L and the time amount width of face of each wave element (P1–P5) were not changed, but changed the maximum potential V_H . Moreover, the middle potential V_M was made to correspond to driver voltage, and was changed. Moreover, in drawing 7 (a), the continuous line which attached the black dot shows the Maine drop, and the dotted line which attached the white round head shows a satellite drop (drop which flies along with the Maine drop). Moreover, the alternate long and short dash line which attached the trigonum shows the 2nd satellite drop (drop which flies along with a satellite drop).

[0075] It can be said that the magnitude of driver voltage, and the flying speed and weight of a drop have the relation of direct proportion (a multiplier is forward) mutually so that this drawing 7 may show. That is, if driver voltage is enlarged, the flying speed of a drop will become quick and will also put on the weight of a drop (that is, the discharge quantity of a drop increases). For example, when driver voltage is 20V, the flying speeds of the Maine dot are about 3 m/s, and weight is about 9 ng(s). Moreover, when driver voltage is 29V, flying speeds are about 7 m/s and weight is about 15.5 ng(s). Furthermore, when driver voltage is 35V, flying speeds are about 10 m/s and weight is about 20.5 ng(s).

[0076] This is considered because the change width of face of the volume of the pressure room 33 changed by the change in driver voltage. That is, if driver voltage is raised rather than the electrical potential difference of criteria, a volume difference with the time of expansion and contraction will become larger than a base period. For this reason, many liquids can be eliminated out of the pressure room 33, and regurgitation weight increases. Moreover, since the time amount width of face of the regurgitation element P3 does not change, the contraction rate of the pressure room 33 at the time of the drop regurgitation increases, and it can carry out the regurgitation of the drop at high speed. On the contrary, if driver voltage is set up low, a volume difference with the time of expansion and contraction will become smaller than a base period. For this reason, the amount of the liquid eliminated out of the pressure room 33 decreases, and regurgitation weight becomes less. Moreover, since the contraction rate of the pressure room 33 also becomes low, the flying speed of a drop also becomes low.

[0077] In addition, if drawing 7 (a) is seen and driver voltage will become more than 26V, a drop will be divided into the Maine drop and a satellite drop, and will fly. Furthermore, if driver voltage becomes more than 32V, in addition to the above-mentioned satellite drop, the 2nd satellite drop will appear.

[0078] The flying speed of these satellite drops and the 2nd satellite drop seldom receives effect in the magnitude of driver voltage in the measuring range of drawing 7 (a). For example, the flying speeds of a satellite drop are about 5 m/s, when driver voltage is set as 26V, and when driver voltage is set as 29V and 32V, they are about 4 m/s. Furthermore, if driver voltage is set as 35V, it will become about 6 m/s. All that spread abbreviation etc. about the 2nd satellite drop when driver voltage is set as 32V and 35V are about 4 m/s.

[0079] As mentioned above, a setup of driver voltage shows that the flying speed and weight of the drop which carries out the regurgitation can be fluctuated to coincidence. Moreover, it also turns out that generating of a satellite drop or the 2nd satellite drop is controllable.

[0080] Next, the relation between the middle potential V_M of each standard driving pulses PS1–PS3 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0081] As described above, this middle potential V_M specifies the stationary volume of the pressure room 33. And since the above-mentioned piezoelectric transducer 21 is contracted with the rise

(charge) of potential, the pressure room 33 is expanded, it elongates with descent (discharge) of potential and the pressure room 33 is shrunk, if the middle potential VM is highly set up rather than criteria, the stationary volume will expand rather than a floor area standard (volume of the pressure room 33 corresponding to the middle potential VM of criteria). On the other hand, if the middle potential VM is low set up rather than criteria, the stationary volume will be contracted rather than a floor area standard.

[0082] Here, when the middle potential VM is changed, the maximum potential VH becomes the same the modification front of the middle potential VM, and after modification. For this reason, if the middle potential VM is set up more highly than criteria, the potential difference from the middle potential VM to the maximum potential VH will become small, and the expansion space's of the pressure room 33 will become less than the case where it is set as the middle potential VM of criteria. On the other hand, if the middle potential VM is set up lower than criteria, it will become large and the expansion space of the pressure room 33 will also increase more than the case where the potential difference from the middle potential VM to the maximum potential VH sets it as the middle potential VM of criteria. This expansion space specifies the inflow of the liquid into the pressure room 33. That is, if there are more expansion spaces than criteria, the amount of the liquid which flows in the pressure room 33 from the common liquid room 35 will increase more than the amount of criteria, and if there are few expansion spaces than criteria, the amount of the liquid which flows in the pressure room 33 from the common liquid room 35 will become less than a basis.

[0083] Moreover, when the middle potential VM is changed, the time amount width of face (supply time amount) of the expansion element P1 is also before and after modification of the middle potential VM, and becomes the same. For this reason, if the middle potential VM is highly set up rather than criteria, when the expansion element P1 is supplied to a piezoelectric transducer 21, the expansion rate of the pressure room 33 will become slow. On the other hand, if the middle potential VM is low set up rather than criteria, the expansion rate of the pressure room 33 will become quick.

[0084] The expansion space of the pressure room 33 affects the fluid pressure in the pressure room 33 immediately after supply of the expansion element P1. That is, since the fluid pressure in the pressure room 33 is still close to the pressure of a steady state immediately after supply of the expansion element P1, there is little inflow of a liquid and it is [an inflow rate also becomes slow and] small, if there are few expansion spaces. [of pressure vibration of the liquid in the pressure room 33] If there are many expansion spaces, since the fluid pressure in the pressure room 33 will decline greatly immediately after supply of the expansion element P1 on the contrary, while the inflow of a liquid increases, an inflow rate becomes quick, and pressure vibration of the liquid in the pressure room 33 becomes large. If the regurgitation element P3 is supplied according to the timing from which this pressure vibration becomes positive pressure and the pressure room 33 is shrunk, even if the potential difference and the inclination of the regurgitation element P3 are the same, the flying speed of a drop can be made high, and the weight of a drop can be increased.

[0085] In this case, a flying speed changes comparatively a lot to change of the middle potential VM. On the other hand, the weight of a drop has the comparatively small change to change of the middle potential VM. This is considered because the weight of a drop is mainly specified by the driver voltage of contraction (potential difference of the regurgitation element P3), i.e., the amount of the pressure room 33. Therefore, the weight of a drop is changeable by setting up suitably combining the above-mentioned driver voltage and the middle potential VM, keeping the flying speed of a drop constant.

[0086] For example, when the flying speed of a drop is set as 7 m/s, the relation between driver voltage and the middle potential VM, and the weight of a drop comes to be shown in drawing 8 (a). This drawing 8 (a) shows that the regurgitation of the drop of about 16.5 ng(s) can be carried out, when driver voltage is set as 31.5V and the middle potential VM is set, respectively to 20% of driver voltage (from the minimum potential VL to 6.3 [that is,] V high potential). Moreover, when driver voltage is set as 29.7V and the middle potential VM is set to 40% of driver voltage, respectively, it turns out that the

regurgitation of the drop of about 15.3 ng(s) can be carried out. Furthermore, when driver voltage is set as 28.0V and the middle potential VM is set to 60% of driver voltage, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 13.6 ng(s) can be carried out.

[0087] Moreover, the flying speed of a drop is also changeable, keeping the weight of a drop constant by setting up driver voltage and the middle potential VM suitably.

[0088] For example, when the weight of a drop is set as 15ng(s), the relation between driver voltage and the middle potential VM, and the flying speed of a drop comes to be shown in drawing 8 (b). This drawing 8 (b) shows that the flying speed of a drop can be set as about 6.1 m/s, when driver voltage is set as 29.2V and the middle potential VM is set, respectively to 20% of driver voltage (from the minimum potential VL to 5.9 [that is,] V high potential). Moreover, when driver voltage is set as 29.0V and the middle potential VM is set to 40% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 6.8 m/s. Furthermore, when driver voltage is set as 30.6V and the middle potential VM is set to 60% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 8.1 m/s.

[0089] Next, the relation between the time amount width of face (Pwc1) of the expansion element P1 of each standard driving pulses PS1-PS3 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0090] The time amount width of face of this expansion element P1 specifies the expansion rate from the stationary volume to the maximum volume of the pressure room 33. And if the start edge potential of the expansion element P1 is set to the middle potential VM and termination potential is set to the maximum potential VH, respectively irrespective of the time amount width of face of the expansion element P1, rather than criteria, by setting up time amount width of face short, the inclination of the expansion element P1 will become steep, and the expansion rate of the pressure room 33 will become quicker than criteria. On the other hand, if time amount width of face is set up for a long time rather than criteria, the inclination of the expansion element P1 will become loose, and the expansion rate of the pressure room 33 will become slower than criteria.

[0091] The difference in this expansion rate affects the fluid pressure in the pressure room 33 immediately after supply of the expansion element P1. That is, if an expansion rate is slower than criteria, immediately after supply of the expansion element P1, fluctuation of fluid pressure will become small and the inflow rate into the pressure room 33 of a liquid will also become slow. On the other hand, if an expansion rate is quicker than criteria, immediately after supply of the expansion element P1, the fluid pressure in the pressure room 33 declines greatly, pressure vibration will become large and the inflow rate into the pressure room 33 of a liquid will also become quick. Therefore, if the regurgitation element P3 is supplied according to the timing from which this pressure vibration becomes positive pressure and the pressure room 33 is shrunk, even if the potential difference and the inclination of the regurgitation element P3 are the same, the flying speed of a drop can be made high, and the weight of a drop can be increased.

[0092] In addition, also in this case, like the case of the middle potential VM, although a flying speed changes comparatively a lot to change of the time amount width of face of the expansion element P1, the variation to change of the time amount width of face of the expansion element P1 is comparatively small [the weight of a drop]. Therefore, the weight of a drop is changeable, keeping the flying speed of a drop constant by setting up suitably the above-mentioned driver voltage and the time amount width of face of the expansion element P1.

[0093] For example, when the flying speed of a drop is set as 7 m/s, the relation between the time amount width of face of driver voltage and the expansion element P1 and the weight of a drop comes to be shown in drawing 9 (a). This drawing 9 (a) shows that the regurgitation of the drop of about 15.3 ng(s) can be carried out, when driver voltage is set as 27.4V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 2.5 microseconds (microsecond), respectively. Moreover, when driver voltage is set as 29.5V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 3.5 microseconds, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 16.0 ng(s) can be

carried out. Furthermore, when driver voltage is set as 25.0V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 6.5 microseconds, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 11.8 ng(s) can be carried out.

[0094] Moreover, the flying speed of a drop is also changeable, keeping the weight of a drop constant by setting up suitably driver voltage and the time amount width of face of the expansion element P1.

[0095] For example, when the weight of a drop is set as 15ng(s), the relation between the time amount width of face of driver voltage and the expansion element P1 and the flying speed of a drop comes to be shown in drawing 9 (b). This drawing 9 (b) shows that the flying speed of a drop can be set as about 6.7 m/s, when driver voltage is set as 26.8V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 2.5 microseconds, respectively. Moreover, when driver voltage is set as 27.8V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 3.5 microseconds, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 6.3 m/s. Furthermore, when driver voltage is set as 31.7V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 6.5 microseconds, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 10.8 m/s.

[0096] Next, the relation between the time amount width of face (Pwh1) of the expansion hold element P2 of each standard driving pulses PS1-PS3 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0097] The time amount width of face of this expansion hold element P2 specifies the supply initiation timing of the regurgitation element P3, i.e., the contraction initiation timing of the pressure room 33. The difference in the contraction initiation timing of this pressure room 33 also affects the flying speed of a drop, and the weight of a drop. This is considered for a synthetic pressure to change according to the difference of the phase of pressure vibration excited with the expansion element P1, and the phase of pressure vibration excited with the regurgitation element P3.

[0098] That is, if the pressure room 33 expands by supply of the expansion element P1, in the pressure room 33, pressure vibration will be excited with this expansion. And if the fluid pressure in the pressure room 33 starts contraction of the pressure room 33 according to the timing which becomes positive pressure, a drop can be flown rather than the case where it is made to breathe out by the steady state, at high speed. If the fluid pressure in the pressure room 33 starts contraction of the pressure room 33 on the contrary according to the timing which becomes negative pressure, a drop can be flown rather than the case where it is made to breathe out by the steady state, at a low speed. Moreover, that variation is comparatively small although this weight changes about the weight of a drop corresponding to the time amount width of face of the expansion hold element P2. This is the same as that of each above-mentioned case, and the weight of a drop is considered because it is mainly prescribed by the magnitude of driver voltage.

[0099] This is explained based on drawing 10. Here, drawing 10 is change of the regurgitation property at the time of adjusting the time amount width of face of the expansion hold element P2, (a) shows change of the flying speed of the drop at the time of changing time amount width of face, and (b) shows change of the weight of the drop at the time of changing time amount width of face. In addition, in these drawings, a continuous line is a property at the time of setting driver voltage as 20V, an alternate long and short dash line is a property at the time of setting driver voltage as 23V, and a dotted line is a property at the time of setting driver voltage as 26V. Moreover, the minimum potential VL and the time amount width of face of each wave element other than expansion hold element P2 presupposed that it is fixed with the reference value, and the middle potential VM was made to correspond to driver voltage, and was changed.

[0100] The flying speed of a drop becomes slow, so that drawing 10 (a) may show, and, as for the time amount width of face of the expansion hold element P2, and the flying speed of a drop, the time amount width of face of the expansion hold element P2 becomes long in this measuring range. For example, when driver voltage is set as 20V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, a flying speed will serve as about 6.5 m/s, and if time amount width of face is set as 3 microseconds, a flying speed will serve as about 4 m/s. Moreover, a flying speed will become

quick if driver voltage is made high. For example, when driver voltage is set as 23V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, a flying speed will serve as about 8.7 m/s, and if time amount width of face is set as 3 microseconds, a flying speed will serve as about 5.2 m/s. Similarly, when driver voltage is set as 26V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, a flying speed will serve as about 10.7 m/s, and if time amount width of face is set as 3 microseconds, a flying speed will serve as about 7 m/s.

[0101] And the weight of a drop decreases, so that drawing 10 (b) may show, and the time amount width of face of the expansion hold element P2 becomes long in this measuring range also in the time amount width of face of the expansion hold element P2, and the weight of a drop (that is, the discharge quantity of a drop decreases). For example, when driver voltage is set as 20V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, the weight of a drop will serve as about 11.5 ng(s), and if time amount width of face is set as 3 microseconds, weight will serve as about 10.5 ng(s). Moreover, the weight of a drop will become heavy if driver voltage is made high (that is, the discharge quantity of a drop increases). For example, when driver voltage is set as 23V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, the weight of a drop will serve as about 13.2 ng(s), and if time amount width of face is set as 3 microseconds, weight will serve as about 12.1 ng(s). Similarly, when driver voltage is set as 26V, if the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2 microseconds, as for a flying speed, the weight of a drop will serve as about 15.0 ng(s), and if time amount width of face is set as 3 microseconds, weight will serve as 13.8ng(s).

[0102] And the weight of a drop is changeable, keeping the flying speed of a drop constant also in this case by setting up suitably driver voltage and the time amount width of face of the expansion hold element P2.

[0103] For example, when the flying speed of a drop is set as 7 m/s, the relation between the time amount width of face of driver voltage and the expansion hold element P2 and the weight of a drop comes to be shown in drawing 11 (a). This drawing 11 (a) shows that the regurgitation of the drop of about 11.8 ng(s) can be carried out, when driver voltage is set as 20.5V and the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 2.0 microseconds (microsecond), respectively. Moreover, when driver voltage is set as 26.2V and the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 3.0 microseconds, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 13.8 ng(s) can be carried out. Furthermore, when driver voltage is set as 29.8V and the time amount width of face of the expansion hold element P2 is set as 3.5 microseconds, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 15.9 ng(s) can be carried out.

[0104] Moreover, the flying speed of a drop is also changeable, keeping the weight of a drop constant by setting up suitably driver voltage and the time amount width of face of the expansion hold element P2.

[0105] For example, when the weight of a drop is set as 15ng(s), the relation between the time amount width of face of driver voltage and the expansion hold element P2 and the flying speed of a drop comes to be shown in drawing 11 (b). This drawing 11 (b) shows that the flying speed of a drop can be set as about 10.8 m/s, when driver voltage is set as 26.2V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 2.0 microseconds, respectively. Moreover, when driver voltage is set as 28.0V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 3.0 microseconds, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 8.0 m/s. Furthermore, when driver voltage is set as 28.0V and the time amount width of face of the expansion element P1 is set as 3.5 microseconds, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 6.3 m/s.

[0106] Thus, the flying speed and weight of a drop are controllable about each standard driving pulses PS1-PS3 by setting up suitably driver voltage, the middle potential VM, the time amount width of face of the expansion element P1, and the time amount width of face of the expansion hold element P2.

Therefore, even if it is two or more kinds of liquids with which physical properties differ, a drop can be made to breathe out on the optimal regurgitation conditions according to an application.

[0107] And the main control section 19 (wave adjustment means) adjusts suitably the driver voltage of

each standard driving pulses PS1-PS3 etc. based on the weight information from the weight calculation section 13, the flying-speed information from the flying-speed calculation section 17, etc. In this case, the main control section 19 supplies the standard driving pulse of a reference waveform to a piezoelectric transducer 21, and makes a drop breathe out first. Next, the main control section 19 acquires the weight information which the gravimetry section 4 and the weight calculation section 13 (drop weight measurement means) measured while acquiring the flying-speed information which the laser detecting element 5 and the flying-speed calculation section 17 (flying-speed measurement means) measured.

[0108] If flying-speed information and weight information are acquired, the main control section 19 will compare the flying speed of the drop inputted from the information input section 7, and the desired value of weight with the flying-speed information and weight information which were acquired, and will set up the driver voltage of a standard driving pulse, the middle potential VM, the time amount width of face of the expansion element P1, and the time amount width of face of the expansion hold element P2 according to the difference.

[0109] Various approaches can be taken about this setup. For example, the relation between the difference of a flying speed and the difference of weight, and the amounts of increase and decrease, such as driver voltage and the middle potential VM, can be put in a database, ROM of the main control section 19 can be made to be able to memorize beforehand, and the driver voltage of a standard driving pulse, the middle potential VM, etc. can be set up from a difference with a target flying speed and weight, the measured flying speed, and weight. Moreover, combination, such as driver voltage of a standard driving pulse and the middle potential VM, may be changed suitably, a drop may be made to breathe out, the flying speed and weight of this drop may be measured again, and the difference from desired value may acquire the fewest combination.

[0110] And since it is the configuration of adjusting the wave of the driving pulse which a drive signal generation means generates with this operation gestalt based on the difference of the weight of a drop and the flying speed which were measured corresponding to the driving pulse of a reference waveform, and the flying speed and weight which were set up as desired value, even if it uses various liquids with which physical properties differ, it can adjust to the wave suitable for the physical properties of the liquid. Therefore, it excels in versatility.

[0111] Thus, if the regurgitation of the flying speed of desired value and the drop of weight becomes possible, a general-purpose coater will actually be used and a liquid will be applied to an object. For example, when a general-purpose coater constitutes a filter manufacturing installation, color material is applied on the surface of a glass substrate. Moreover, a coating material is applied to a substrate front face when coating equipment is constituted.

[0112] By the way, the driving signal generated from the drive signal generator 18 is not limited to the above-mentioned standard driving signal. For example, you may be a micro driving signal containing a micro driving pulse with less weight of a drop than the above-mentioned standard driving pulse. Hereafter, the control using this micro driving signal is explained.

[0113] Drawing 12 is drawing explaining a micro driving signal. This micro driving signal has generated each of these micro driving pulses PS4-PS6 for every predetermined spacing including three micro driving pulses (1st micro driving pulse PS4, 2nd micro driving pulse PS5, 3rd micro driving pulse PS6) in the injection period T.

[0114] These micro driving pulses PS4-PS6 are kinds of the 2nd driving pulse of this invention, and are constituted by the pulse signal of the wave configuration where all are the same. As shown in drawing 13, namely, these micro driving pulses PS4-PS6 The 2nd expansion element P11 which raises potential with inclination comparatively steep from the middle potential VM to the maximum potential VH, The 2nd expansion hold element P12 which carries out **** short-time maintenance of the maximum potential VH, The 2nd regurgitation element P13 to which potential is dropped by the steep slope from the maximum potential VH to the regurgitation potential VF, The regurgitation hold element P14 which

covers a **** short time and holds the regurgitation potential VF, The contraction vibration-deadening element P15 to which potential is dropped with the inclination looser than the 2nd regurgitation element P13 from the regurgitation potential VF to the minimum potential VL, The vibration-deadening hold element P16 which holds the minimum potential VL [predetermined time], and the expansion vibration-deadening element P17 which raises potential with inclination comparatively loose from the minimum potential VL to the middle potential VM are included.

[0115] In addition, in the micro driving pulses PS4-PS6 illustrated to drawing 13 , the expansion vibration-deadening element P17 is a kind of the 2nd return element, and returns the volume of the pressure room 33 to a steady state. Moreover, the middle potential VM is set to 20% of driver voltage, and the regurgitation potential VF is set to 40% of driver voltage. Therefore, in a steady state, the pressure room 33 is contracted comparatively greatly. Moreover, the regurgitation volume (that is, volume of the pressure room 33 at the supply termination time of the regurgitation element P3) corresponding to the regurgitation potential VF is somewhat larger than the stationary volume.

[0116] If these micro driving pulses PS4-PS6 are supplied to a piezoelectric transducer 21, whenever each micro driving pulses PS4-PS6 are supplied, the drop of the specified quantity (for example, 5.5ng(s)) will be breathed out from a nozzle orifice 12.

[0117] That is, with supply of the 2nd expansion element P11, the pressure room 33 of the stationary volume expands rapidly, and draws a meniscus in the pressure room 33 side greatly. And if the 2nd expansion hold element P12 is continued and supplied to a **** short time, the migration direction for a core of the drawn meniscus will be reversed with surface tension. Then, the 2nd regurgitation element P13 is supplied and the pressure room 33 is rapidly contracted from the maximum volume to the regurgitation volume. At this time, it is torn to pieces by the amount of [of the meniscus elongated in the shape of a column towards the discharge direction] core, and it becomes a drop and is breathed out. The regurgitation hold element P14 and the contraction vibration-deadening element P15 are supplied in order after supply of the 2nd regurgitation element P13. Although the contraction vibration-deadening element P15 shrinks the pressure room 33 from the regurgitation volume to the minimum volume, the contraction rate is set as the rate which can control vibration of the meniscus after the drop regurgitation. Since the vibration-deadening hold element P16 is supplied following this contraction vibration-deadening element P15, the contraction condition of the pressure room 33 is maintained and the expansion vibration-deadening element P17 is supplied to the timing which can negate vibration of a meniscus. Thereby, the pressure room 33 carries out an expansion return to the stationary volume that vibration of a meniscus should be controlled.

[0118] Also in this micro driving signal, the injection quantity of a drop can be set up for every unit field by changing the number of the micro driving pulses supplied within one injection period T. For example, the drop of 5.5ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying only 2nd micro driving pulse PS5 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21. Moreover, the drop of 11ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying 1st micro driving pulse PS4 and 3rd micro driving pulse PS6 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21. Furthermore, the drop of 16.5ng(s) can be made to breathe out in a unit field by supplying each micro driving pulses PS4-PS6 in the injection period T at a piezoelectric transducer 21.

[0119] Injection control of this drop is also performed based on the above-mentioned pulse select data. In addition, since the injection control based on pulse select data is the same as the control in the standard driving signal explained previously, the explanation is omitted.

[0120] And the main control section 19 (wave adjustment means) adjusts a wave configuration also about each micro driving pulses PS4-PS6 that the flying speed and weight of a drop should be united with the use application, and should be optimized. Adjustment of the wave configuration about these micro driving pulses PS4-PS6 is performed about three items of driver voltage, the middle potential VM, and the regurgitation potential VF (that is, termination potential of the 2nd regurgitation element P13). Hereafter, adjustment of the wave configuration by the main control section 19 is explained.

[0121] First, based on drawing 14, the relation between the driver voltage of each micro driving pulses PS4–PS6 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0122] Here, drawing 14 is change of the regurgitation property at the time of adjusting driver voltage, (a) shows change of the flying speed of the drop at the time of changing driver voltage, and (b) shows change of the weight of the drop at the time of changing driver voltage. In addition, in drawing 14 (a), the continuous line which attached the black dot shows the Maine drop, and the dotted line which attached the white round head shows a satellite drop. Moreover, the alternate long and short dash line which attached the trigonum shows the 2nd satellite drop.

[0123] It can be said that the magnitude of driver voltage, and the flying speed and weight of a drop have the relation of direct proportion (a multiplier is forward) mutually so that this drawing 14 may show. That is, if driver voltage is enlarged, the flying speed of a drop (Maine drop) will become quick, and will also put on the weight of a drop. For example, when driver voltage is 18V, the flying speeds of the Maine drop are about 4 m/s, and weight is about 4.4 ng(s). Moreover, when driver voltage is 24V, flying speeds are about 9.0 m/s and weight is about 6.8 ng(s). Furthermore, when driver voltage is 33V, flying speeds are about 16 m/s and weight is about 10.2 ng(s).

[0124] This is considered because the change width of face of the volume about the pressure room 33 changed by the change in the same reason as the above-mentioned standard driving pulses PS1–PS3, i.e., driver voltage.

[0125] In addition, if drawing 14 (a) is seen, in the condition that driver voltage is 18V, a drop will be divided into the Maine drop and a satellite drop, and will fly. Furthermore, if driver voltage becomes more than 24V, in addition to the above-mentioned satellite drop, the 2nd satellite drop will appear. In these micro driving pulses PS4–PS6, although a satellite drop gathers a rate with the rise of driver voltage, the 2nd satellite drop is the flying speed (6 – 7 m/s) of abbreviation regularity irrespective of a driver voltage rise.

[0126] As mentioned above, also in this micro driving pulse, a setup of driver voltage shows that the flying speed and weight of the drop which carries out the regurgitation can be fluctuated to coincidence.

[0127] Next, the relation between the middle potential VM of each micro driving pulses PS4–PS6 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0128] Also in these micro driving pulses PS4–PS6, the middle potential VM specifies the stationary volume of the pressure room 33. Therefore, the expansion space from the stationary volume to the maximum volume can be set up by modification of the middle potential VM. And the amount of drawing in by the side of the pressure room 33 of the meniscus at the time of supply of the 2nd expansion element P11 can be set up by the ability of an expansion space to be changed. Moreover, since the time amount width of face of the 2nd expansion element P11 is fixed, the drawing-in rate by the side of the pressure room 33 of a meniscus also changes with modification of an expansion space.

[0129] It draws with the amount of drawing in of a meniscus, and it is thought that a rate affects the discharge quantity of a drop. That is, if there are many amounts of drawing in of a meniscus, the amount of the liquid breathed out as a drop will decrease, and if there are few amounts of drawing in, the amount of the liquid breathed out as a drop will increase. Moreover, if the drawing-in rate of a meniscus is high, according to the counteraction, the passing speed for a core of a meniscus will also become high, and the flying speed of a drop will become high. On the other hand, if the drawing-in rate of a meniscus is low, the passing speed for a core of a meniscus and the flying speed of a drop will become low small [the counteraction].

[0130] Therefore, the weight of a drop is changeable, keeping the flying speed of a drop constant by setting up suitably the above-mentioned driver voltage and the middle potential VM.

[0131] For example, when the flying speed of a drop is set as 7 m/s, the relation between driver voltage and the middle potential VM, and the weight of a drop comes to be shown in drawing 15 (a). This drawing 15 (a) shows that the regurgitation of the drop of about 5.6 ng(s) can be carried out, when driver voltage is set as 19.5V and the middle potential VM is set, respectively to 0% of driver voltage (that is, the

minimum potential VL and this potential). Moreover, when driver voltage is set as 22.5V and the middle potential VM is set to 30% of driver voltage, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 5.9 ng(s) can be carried out. Furthermore, when driver voltage is set as 24.5V and the middle potential VM is set to 50% of driver voltage, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 7.5 ng(s) can be carried out.

[0132] Moreover, the flying speed of a drop is also changeable, keeping the weight of a drop constant by setting up driver voltage and the middle potential VM suitably.

[0133] For example, when the weight of a drop is set as 5.5ng(s), the relation between driver voltage and the middle potential VM, and the flying speed of a drop comes to be shown in drawing 15 (b). This drawing 15 (b) shows that the flying speed of a drop can be set as about 6.9 m/s, when driver voltage is set as 19.0V and the middle potential VM is set to 0% of driver voltage, respectively. Moreover, when driver voltage is set as 21.5V and the middle potential VM is set to 30% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 6.2 m/s. Furthermore, when driver voltage is set as 20.2V and the middle potential VM is set to 50% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 4.5 m/s.

[0134] Next, the relation between the regurgitation potential VF (termination potential of the 2nd regurgitation element P13) of each micro driving pulses PS4–PS6 and the regurgitation property of a drop is explained.

[0135] The above-mentioned regurgitation potential VF specifies the regurgitation volume of the pressure room 33. Therefore, the amount of contraction from the maximum volume to the regurgitation volume can be set up by modification of the regurgitation potential VF. Moreover, since the time amount width of face of the 2nd regurgitation element P13 is fixed, a contraction rate also changes with modification of this regurgitation potential VF. That is, if the regurgitation potential VF is set up lower than criteria, a contraction rate will become high, and a contraction rate will become low if it sets up more highly than criteria.

[0136] It is thought that the amount of contraction and contraction rate of the pressure room 33 affect the discharge quantity of a drop. That is, if there are many amounts of contraction of the pressure room 33, the amount of the liquid breathed out as a drop will increase, and if there are few amounts of contraction, the amount of the liquid breathed out as a drop will also decrease. Moreover, if the contraction rate of the pressure room 33 is high, the flying speed of a drop will become high, and a flying speed will also become low if a contraction rate is low. In addition, the variation of a flying speed and the variation of discharge quantity to change of the regurgitation potential VF are different from the variation at the time of changing driver voltage in this case. Therefore, the weight of a drop is changeable, keeping the flying speed of a drop constant by setting up suitably above-mentioned driver voltage and the above-mentioned regurgitation potential VF.

[0137] For example, when the flying speed of a drop is set as 7 m/s, the relation between driver voltage and the regurgitation potential VF, and the weight of a drop comes to be shown in drawing 16 (a). This drawing 16 (a) shows that the regurgitation of the drop of about 3.6 ng(s) can be carried out, when driver voltage is set as 27.0V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set, respectively to 50% of driver voltage (from the maximum potential VH to 13.5 [That is, the regurgitation potential VF 50%] V low potential). Moreover, when driver voltage is set as 21.3V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set to 70% of driver voltage, respectively, it turns out that the regurgitation of the drop of about 5.6 ng(s) can be carried out. Furthermore, when driver voltage is set as 16.6V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set, respectively to 100% of driver voltage (that is, the regurgitation potential VF the minimum potential VL and this potential), it turns out that the regurgitation of the drop of about 7.6 ng(s) can be carried out. In addition, when the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set to 100% of driver voltage, the contraction vibration-deadening element P15 is not formed.

[0138] Moreover, the flying speed of a drop is also changeable, keeping the weight of a drop constant by

setting up driver voltage and the regurgitation potential VF suitably.

[0139] For example, when the weight of a drop is set as 5.5ng(s), the relation between driver voltage and the regurgitation potential VF, and the flying speed of a drop comes to be shown in drawing 16 (b). This drawing 16 (b) shows that the flying speed of a drop can be set as about 11.2 m/s, when driver voltage is set as 32.0V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set to 50% of driver voltage, respectively. Moreover, when driver voltage is set as 19.5V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set to 70% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 5.5 m/s. Furthermore, when driver voltage is set as 12.0V and the potential difference of the 2nd regurgitation element P13 is set to 100% of driver voltage, respectively, it turns out that the flying speed of a drop can be set as about 3.0 m/s.

[0140] Thus, about each micro driving pulses PS4-PS6, the flying speed and weight of a drop are controllable by setting up suitably the driver voltage, the middle potential VM, and the regurgitation potential VF. Therefore, even if it is two or more kinds of liquids with which physical properties differ, a drop can be made to breathe out on the optimal regurgitation conditions according to an application.

[0141] Next, the application of the above-mentioned general-purpose coater is explained.

[0142] Drawing 17 is drawing explaining an example of the color filter manufacturing installation constituted with the general-purpose coater, (a) is the top view of the color filter manufacturing installation 51, and (b) is the partial enlarged drawing of a color filter.

[0143] The color filter manufacturing installation 51 shown in drawing 17 (a) The installation pedestal 53 of the shape of a rectangle which prepared installation side 53a which lays a glass substrate 52, The injection head 1 with which carriage 54 was attached movable and carriage 54 was equipped with it with the guide bar 55, The supply tube 10 which forms the passage of the color material which was connected between the liquid reservoir section 2 which can store the color material for color filters, and the liquid reservoir section 2 and the injection head 1, and was stored by the liquid reservoir section 2, It has the gravimetry section 4 and the laser detecting element 5 which were prepared in the home position, a control unit 6, and the information input section 7. In addition, in this color filter manufacturing installation 51, about what was explained previously, the same sign is attached and that explanation is omitted.

[0144] The above-mentioned guide bar 55 is a flat cylindrical member, and is arranged in parallel with installation side 53a along the direction of a shorter side of the installation pedestal 53. And this guide bar 55 is attached in the direction of a long side of the installation pedestal 53 movable, and moves with the driving force from the carriage motor 3. Moreover, the carriage 54 attached in the guide bar 55 is attached in the longitudinal direction of a guide bar 55 movable, and moves with the driving force from the carriage motor 3.

[0145] The injection head 1 is attached in carriage 54 so that a nozzle orifice 12 may become downward, namely, so that installation side 53a may be countered. Therefore, in this color filter manufacturing installation 51, the injection head 1 can be moved to the location of the arbitration of installation side 53a by moving a guide bar 55 and carriage 54 suitably. That is, the regurgitation of the drop of color material can be carried out to the location of the arbitration of that front face about the glass substrate 52 laid in this installation side 53a.

[0146] next, the manufacture approach of the color filter by this color filter manufacturing installation 51 — the spreading process of color material is explained in detail.

[0147] At this spreading process, required information is first inputted using the information input section 7. For example, the class of the magnitude and thickness of a glass substrate 52, and color material to be used etc. is inputted. If required information is inputted, the main control section 19 will set up the regurgitation conditions of a drop first. In this case, first, after positioning the injection head 1 in a home position, the regurgitation of the drop is carried out using a basic form-like driving pulse. And at the time of the regurgitation of this drop, the laser detecting element 5 and the flying-speed calculation section 17 measure the flying speed of a drop, and the gravimetry section 4 and the weight

calculation section 13 measure the weight of a drop.

[0148] If the flying speed and weight of a drop are measured, the main control section 19 will set up the flying speed of the drop suitable for the class and glass substrate 52 of the color material to be used, and the desired value of weight. And based on the set-up desired value and the measured value corresponding to a basic form-like driving pulse, the wave configuration of a driving pulse is adjusted by the above-mentioned approach.

[0149] Color material will be applied to the front face of a glass substrate 52 if the wave configuration of a driving pulse is set up. That is, as shown in drawing 17 (b), each color material of R, G, and B is applied to acceptance layer 52a on the front face of a glass substrate in the shape of a grid. In this case, since the flying speed and weight of a drop are optimized by the value suitable for spreading of color material as described above, the regurgitation of the color material of sufficient amount required in a grid field can be carried out. Moreover, Myst at the time of the regurgitation can also be prevented. For this reason, the manufacture yield can be raised.

[0150] If color material is applied to the whole front face of a glass substrate 52, the color material applied with heating etc. will be fixed and a glass substrate 52 will be transported to degree process.

[0151] By the way, this invention is not limited to the illustrated operation gestalt, and various deformation is possible for it based on the publication of a claim.

[0152] For example, not only the piezoelectric transducer 21 but an electrostatic actuator, magnetostrictor, etc. can be used about a pressure generating component. Namely, what is necessary is just the electric machine sensing element which deforms with supply of a driving signal. Furthermore, as long as it produces pressure fluctuation in the pressure room 33, you may be components other than an electric machine sensing element. For example, the heater element which can pressurize the inside of the pressure room 33 by carrying out bumping of the liquid in the pressure room 33 can also be used.

[0153] And like this operation gestalt, when a piezoelectric transducer 21 is used, as described above, wave-like adjustment can adjust the flying speed and weight of a drop in the large range, and it is rich in versatility. Moreover, since there is little calorific value compared with a heater element, a piezoelectric transducer 21 also fits the regurgitation of the liquid which deteriorates with too much heating.

[0154] Moreover, as a detection means to detect the drop under flight in the detection location P, although the laser detecting element 5 was used with the above-mentioned operation gestalt, if a drop is detectable, it will not be limited to the laser detecting element 5. Therefore, it is not limited to the combination of the laser detecting element 5 and the flying-speed calculation section 17 about a flying-speed measurement means. For example, you may be the combination of a CCD camera and a stroboscope (source of luminescence which generates the light of a **** short time). Similarly, a drop weight measurement means will not be limited to the above-mentioned configuration, if the weight of the drop which carried out uptake can be measured. For example, the volume of a liquid may be measured.

[0155] Moreover, although the number of supplies to the piezoelectric transducer 21 of each standard driving pulse performed the main adjustments of the injection quantity in the injection period T with the above-mentioned operation gestalt, it is not limited to this configuration. For example, the injection quantity of a drop may be adjusted by carrying out adjustable [of the regurgitation period of a drop]. The generating period of a driving pulse (PS1-PS3, PS4-PS6) consists of this configuration possible [modification] about the drive signal generator 18 as a driving pulse generating means. And the drive signal generator 18 generates a driving pulse with the period according to the injection quantity of a drop, and supplies this generated driving pulse to a piezoelectric transducer 21. This configuration can also aim at improvement in precision of the injection quantity, while being able to expand the adjustment width of face of the injection quantity, and it can also attain optimization of an injection property further. In addition, this configuration has a useful degree of freedom to high coating equipment etc. about the impact location precision of a drop.

[0156] Moreover, although the general-purpose coater which is a kind of a fluid injector was mentioned as the example and the above-mentioned operation gestalt explained it, this invention is applicable if it

is equipment in which the regurgitation [a liquid] is possible. For example, it is applicable also to an ink jet experimental device. Moreover, a general-purpose coater is not limited to the color filter manufacturing installation 51, either. For example, this invention is applicable also to various equipments, such as a liquid crystal injector, coating equipment, molding equipment, soldering equipment, and a culture apparatus.

[0157]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is done so as explained above. Namely, a drop weight measurement means to measure the weight of a drop by carrying out uptake of the drop breathed out in the flight-characteristic measurement means, It constitutes from a flying-speed measurement means to measure the flying speed of a drop by detecting the drop under flight in a detection location. A wave adjustment means Since the wave of the driving pulse which a drive signal generation means generates is adjusted based on the difference of the flying speed of a drop and weight which were measured corresponding to the driving pulse of a reference waveform, and the flying speed and weight which were set up as desired value Even if it uses various liquids with which physical properties differ, it can adjust to the wave suitable for the physical properties of the liquid, and a drop can be made to breathe out on the optimal regurgitation conditions according to an application.

[0158] Moreover, when it is made the configuration which computes the weight of one drop from the weight of two or more drops which carried out uptake of the drop weight measurement means, even if it is the drop of **** small quantity, weight can be measured in a high precision.

[0159] Moreover, the laser light source which irradiates a laser beam for a flying-speed measurement means possible [a drop and a crossover with the above-mentioned detection location], It constitutes from a photo detector which can receive the laser beam from this laser light source, and a time-of-flight measurement means to measure the time of flight of the drop detected based on the detecting signal from a photo detector. Since it excels in linearity and the path of a beam of light also uses the laser beam which can be extracted very thinly when a flying speed is computed based on the time of flight which the time-of-flight measurement means measured, even if it is the drop of **** small quantity, a flying speed can be measured in a high precision.

[0160] Moreover, when adjustment of the discharge quantity of a drop is enabled by considering a driving pulse generating means as the configuration which can generate two or more driving pulses in a unit period, and carrying out adjustable [of the number of supplies of the driving pulse to the pressure generating component per unit period], while being able to expand the adjustment width of face of the injection quantity, improvement in precision of the injection quantity can be aimed at, and optimization of an injection property can also be attained further.

[0161] Moreover, also when adjustment of the regurgitation period of a drop is enabled by considering the generating period of a driving pulse for a driving pulse generating means as the configuration in which adjustable is possible, and carrying out adjustable [of the supply period of the driving pulse to a pressure generating component], while being able to expand the adjustment width of face of the injection quantity, improvement in precision of the injection quantity can be aimed at, and optimization of an injection property can also be attained further.

[0162] Moreover, when the piezoelectric transducer which can be changed in the volume of a pressure room as an electric machine sensing element is used, the flying speed of a drop and the adjustable range of weight are wide, and rich in versatility. Moreover, the regurgitation of the liquid which deteriorates with too much heating can also be carried out.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a schematic diagram explaining the basic configuration of a general-purpose coater.

[Drawing 2] It is the sectional view of an injection head.

[Drawing 3] It is the sectional view having expanded and shown a part of passage unit.

[Drawing 4] It is a block diagram explaining the electric configuration of an injection head.

[Drawing 5] It is drawing explaining the standard driving signal which a drive signal generator generates.

[Drawing 6] It is drawing explaining the standard driving pulse contained in a standard driving signal.

[Drawing 7] Change of the regurgitation property at the time of adjusting driver voltage in a standard driving pulse is shown, and drawing having shown change of the flying speed of the drop at the time of (a) changing driver voltage and (b) are drawings having shown change of the weight of the drop at the time of changing driver voltage.

[Drawing 8] Drawing having shown the driver voltage at the time of (a) setting the flying speed of a drop as 7 m/s in a standard driving pulse and the relation between the middle potential VM and the weight of a drop and (b) are drawings having shown the driver voltage at the time of setting the weight of a drop as 15ng(s), and the relation between the middle potential VM and the flying speed of a drop.

[Drawing 9] Drawing having shown the relation between the driver voltage at the time of (a) setting the flying speed of a drop as 7 m/s in a standard driving pulse and the time amount width of face of an expansion element, and the weight of a drop and (b) are drawings having shown the relation between the driver voltage at the time of setting the weight of a drop as 15ng(s) and the time amount width of face of an expansion element, and the flying speed of a drop.

[Drawing 10] Change of the regurgitation property at the time of adjusting the time amount width of face of an expansion hold element in a standard driving pulse is shown, and drawing having shown change of the flying speed of the drop at the time of (a) changing time amount width of face and (b) are drawings having shown change of the weight of the drop at the time of changing time amount width of face.

[Drawing 11] Drawing in which (a) showed the relation between the driver voltage at the time of setting [s] up the flying speed of a drop in 7m /in a standard driving pulse and the time amount width of face of an expansion hold element, and the weight of a drop, and (b) are drawings having shown the relation between the driver voltage at the time of setting the weight of a drop as 15ng(s) and the time amount width of face of an expansion hold element, and the flying speed of a drop.

[Drawing 12] It is drawing explaining the micro driving signal which a drive signal generator generates.

[Drawing 13] It is drawing explaining the micro driving pulse contained in a micro driving signal.

[Drawing 14] It is change of the regurgitation property at the time of adjusting driver voltage in a micro driving pulse, and drawing having shown change of the flying speed of the drop at the time of (a) changing driver voltage and (b) are drawings having shown change of the weight of the drop at the time of changing driver voltage.

[Drawing 15] Drawing showing the driver voltage at the time of (a) setting the flying speed of a drop as 7 m/s in a micro driving pulse and the relation between the middle potential VM and the weight of a drop and (b) are drawings having shown the driver voltage at the time of setting the weight of a drop as 5.5ng(s), and the relation between the middle potential VM and the flying speed of a drop.

[Drawing 16] Drawing showing the relation between the driver voltage at the time of (a) setting [s] up the flying speed of a drop in 7m /in a micro driving pulse and the regurgitation potential VF, and the weight of a drop and (b) are drawings showing the relation between the driver voltage at the time of setting the weight of a drop as 5.5ng(s) and the regurgitation potential VF, and the flying speed of a drop.

[Drawing 17] It is drawing explaining an example of the color filter manufacturing installation constituted with the general-purpose coater, and (a) is the top view of a color filter manufacturing installation, and (b) is the partial enlarged drawing of a color filter.

[Description of Notations]

- 1 Injection Head
- 2 Liquid Reservoir Section
- 3 Carriage Motor
- 4 Gravimetry Section
- 5 Laser Detecting Element
- 6 Control Unit
- 7 Information Input Section
- 8 Liquid Pack
- 9 Maintenance Case
- 10 Supply Tube
- 11 Uptake Section
- 12 Nozzle Orifice
- 13 Weight Calculation Section
- 14 Laser Light Source
- 15 Laser Photo Detector
- 16 Nozzle Plate
- 17 Flying-Speed Calculation Section
- 18 Drive Signal Generator
- 19 Main Control Section
- 21 Piezoelectric Transducer
- 22 Vibrator Group
- 23 Stationary Plate
- 24 Flexible Cable
- 25 Vibrator Unit
- 26 Case
- 27 Passage Unit
- 28 Pars Insularis
- 31 Passage Formation Substrate
- 32 Elastic Plate
- 33 Pressure Room
- 34 Liquid Feed Hopper
- 35 Common Liquid Room
- 36 Nozzle Free Passage Opening
- 37 Support Plate
- 38 Resin Film
- 41 1st Shift Register
- 42 2nd Shift Register
- 43 1st Latch Circuit
- 44 2nd Latch Circuit
- 45 Decoder
- 46 Control Logic

47 Level Shifter
48 Switching Circuit
51 Color Filter Manufacturing Installation
52 Glass Substrate
53 Installation Pedestal
54 Carriage
55 Guide Bar

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-94629

(P2003-94629A)

(43) 公開日 平成15年4月3日 (2003.4.3)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 4 1 J 2/01
2/045
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 1 Z 2 C 0 5 6
1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2001-296421(P2001-296421)

(22) 出願日 平成13年9月27日 (2001.9.27)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 高橋 智明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100098073

弁理士 津久井 照保

Fターム(参考) 2C056 EB07 EB29 EB35 EB38 EC07

EC31 EC42 EC72 KD06

2C057 AF71 AL19 AL40 AM15 AM21

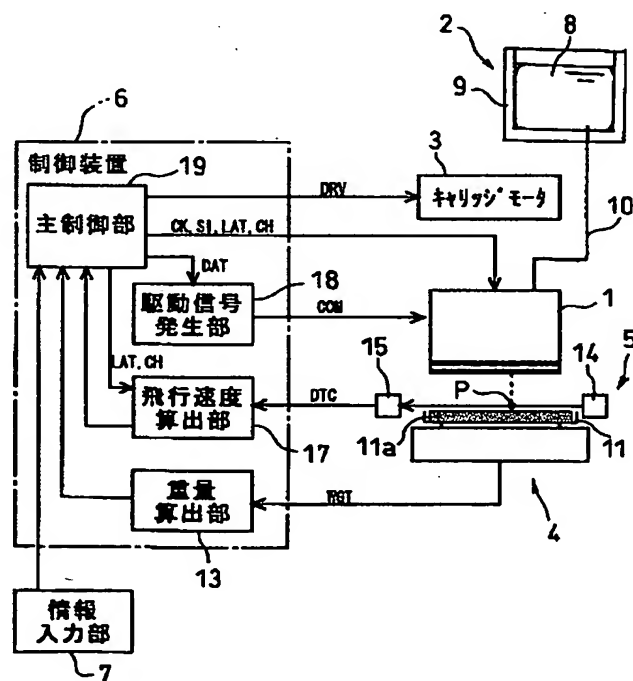
AM22 AR08 BA03 BA14

(54) 【発明の名称】 液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 物性の異なる複数種類の液体を扱うことができ、用途に応じた最適な吐出条件で液滴を吐出させることができる液体噴射装置を提供する。

【解決手段】 噴射ヘッド1から吐出された液滴を捕集することで液滴の重量を測定する重量測定部5及び重量算出13と、飛行中の液滴を検出位置Pにて検出することで液滴の飛行速度を測定するレーザー検出部14及び飛行速度算出部17とを設ける。主制御部19は、基準波形の駆動パルスに対応して測定された液滴の飛行速度及び重量と、目標値として設定された飛行速度及び重量との差に基づいて、駆動信号発生部18が発生する駆動パルスの波形を調整する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通した圧力室と該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生素子とを備え、圧力発生素子の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出可能な噴射ヘッドと、液滴の飛行特性を測定可能な飛行特性測定手段と、上記圧力発生素子へ供給するための駆動パルスを生じ可能な駆動パルス発生手段と、該駆動パルスの波形形状を調整可能な波形調整手段とを有する液体噴射装置において、前記飛行特性測定手段は、吐出された液滴を捕集すること

で液滴の重量を測定する液滴重量測定手段と、飛行中の液滴を検出位置にて検出することで液滴の飛行速度を測定する飛行速度測定手段とを備え、

波形調整手段は、基準波形の駆動パルスに対応して測定された液滴の飛行速度及び重量と、目標値として設定された飛行速度及び重量との差に基づいて、駆動信号発生手段が発生する駆動パルスの波形を調整することを特徴とする液体噴射装置。

【請求項2】 前記液滴重量測定手段は、捕集した複数の液滴の重量から1つの液滴の重量を算出することを特徴とする請求項1に記載の液体噴射装置。

【請求項3】 前記飛行速度測定手段は、上記検出位置で液滴と交差可能にレーザー光線を照射するレーザー光源と、該レーザー光源からのレーザー光線を受光可能な受光素子と、受光素子からの検出信号に基づいて検出された液滴の飛行時間を計測する飛行時間計測手段とを備え、飛行時間計測手段が計測した飛行時間に基づいて飛行速度を算出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液体噴射装置。

【請求項4】 前記圧力発生素子は、圧力室の容積を変動可能な電気機械変換素子であることを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項5】 前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、

波形調整手段は、第1駆動パルスにおける最大電位から最低電位までの駆動電圧を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項6】 前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、

波形調整手段は、定常容積に対応する中間電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項7】 前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を

液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、

波形調整手段は、膨張要素の時間幅を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項8】 前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、

波形調整手段は、膨張ホールド要素の時間幅を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項9】 前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第2駆動パルスであり、

波形調整手段は、第2駆動パルスにおける最大電位から最低電位までの駆動電圧を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項10】 前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第2駆動パルスであり、

波形調整手段は、定常容積に対応する中間電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項11】 前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第2駆動パルスであり、

波形調整手段は、第2吐出要素の終端電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置。

【請求項12】 前記駆動パルス発生手段を、単位周期内に複数の駆動パルスを生じ可能な構成し、単位周期あたりの圧力発生素子への駆動パルスの供給数を可変することにより、液滴の吐出量を調整可能としたことを特徴とする請求項1から請求項11の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項13】 前記駆動パルス発生手段を、駆動パルスの発生周期を可変可能な構成し、

圧力発生素子への駆動パルスの供給周期を可変することにより、液滴の吐出量を調整可能としたことを特徴とす

(3)

3

る請求項1から請求項11の何れかに記載の液体噴射装置。

【請求項14】 前記電気機械変換素子が圧電振動子であることを特徴とする請求項4から請求項13の何れかに記載の液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体を液滴として吐出可能な噴射ヘッドを備えた液体噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液体状のインク（以下、インク液と称する。）を記録ヘッドからインク滴として吐出することで、記録紙上に画像や文字等の記録を行うインクジェット式記録装置がよく知られている。このインクジェット式記録装置は、例えば、圧力室内のインク液に圧力変動を生じさせ、圧力室に連通したノズル開口からインク滴を吐出させる。最近、このインクジェット式記録装置の応用として、インク液以外の液体を液滴として吐出させる液体噴射装置が開発されている。

【0003】この液体噴射装置の一種に、物性の異なる種々の液体を対象物の表面に塗布する汎用塗布装置がある。この汎用塗布装置は、例えば、ガラス基板の表面にR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色材を塗布することで液晶ディスプレイ用のカラーフィルタを製造するフィルタ製造装置として用いたり、液晶ディスプレイの製造ラインにおいて、画素を構成するグリッドに所定量の液晶を注入する液晶注入装置として用いることが考えられている。また、汎用塗布装置を、基板表面にコーティング層を形成するコーティング装置、低融点半田を吐出させることで立体物を作る造形装置、半田付け作業を行う半田付け装置、或いは、菌体の培養液を塗布する培養装置として用いることも考えられている。

【0004】また、汎用塗布装置以外の液体噴射装置としては、要素技術の開発等に用いるインクジェット実験装置がある。このインクジェット実験装置は、例えば、新規なインク液の開発時においてそのインク液に最適な吐出条件を定めたり、記録ドットの大きさを変える駆動方法等を考案したりするため等に用いられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のインクジェット式記録装置では、使用されるインク液の物性、例えば、粘度や表面張力は予め決められている。また、インク液を吐出する対象物（記録紙等）、及び、記録ヘッドから対象物までの距離も予め決められている。従って、インク滴を吐出させるための吐出条件を制限でき、この吐出条件を大きく変更する必要はなかった。

【0006】しかし、上記の液体噴射装置では、吐出される液体の物性は液体毎に種々相違する。例えば、液晶注入装置で吐出させる液晶と、半田付け装置で吐出させる低融点半田とでは、その粘度や表面張力について大き

4

く相違する。そして、求められる吐出条件も、各装置毎に相違する。例えば、フィルタ製造装置では、液滴の着弾位置精度と液滴の量とに高い精度が求められる。一方、コーティング装置では、対象物の表面が湾曲面であっても液滴を確実に塗布することが求められる。従って、インクジェット記録装置の技術を単に適用しただけでは、液体噴射装置としての十分な性能が得られなかった。

【0007】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、物性の異なる複数種類の液体を扱うことができ、用途に応じた最適な吐出条件で液滴を吐出させることができる液体噴射装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために提案されたものであり、請求項1に記載のものは、ノズル開口に連通した圧力室と該圧力室内の液体に圧力変動を生じさせ得る圧力発生素子とを備え、圧力発生素子の作動によって圧力室内の液体をノズル開口から液滴として吐出可能な噴射ヘッドと、液滴の飛行特性を測定可能な飛行特性測定手段と、上記圧力発生素子へ供給するための駆動パルスを生じ可能な駆動パルス発生手段と、該駆動パルスの波形形状を調整可能な波形調整手段とを有する液体噴射装置において、前記飛行特性測定手段は、吐出された液滴を捕集することで液滴の重量を測定する液滴重量測定手段と、飛行中の液滴を検出位置にて検出することで液滴の飛行速度を測定する飛行速度測定手段とを備え、波形調整手段は、基準波形の駆動パルスに対応して測定された液滴の飛行速度及び重量と、目標値として設定された飛行速度及び重量との差に基づいて、駆動信号発生手段が発生する駆動パルスの波形を調整することを特徴とする液体噴射装置である。

【0009】請求項2に記載のものは、前記液滴重量測定手段は、捕集した複数の液滴の重量から1つの液滴の重量を算出することを特徴とする請求項1に記載の液体噴射装置である。

【0010】請求項3に記載のものは、前記飛行速度測定手段は、上記検出位置で液滴と交差可能にレーザー光線を照射するレーザー光源と、該レーザー光源からのレーザー光線を受光可能な受光素子と、受光素子からの検出信号に基づいて検出された液滴の飛行時間を計測する飛行時間計測手段とを備え、飛行時間計測手段が計測した飛行時間に基づいて飛行速度を算出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液体噴射装置である。

【0011】請求項4に記載のものは、前記圧力発生素子は、圧力室の容積を変動可能な電気機械変換素子であることを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0012】請求項5に記載のものは、前記駆動パルス

50

(4)

5

は、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、波形調整手段は、第1駆動パルスにおける最大電位から最低電位までの駆動電圧を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。

【0013】請求項6に記載のものは、前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、波形調整手段は、定常容積に対応する中間電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。なお、「中間電位」とは、定常状態における圧力室の容積（定常容積）を規定する電位であり、最低電位と最大電位の間に設定される。

【0014】請求項7に記載のものは、前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、波形調整手段は、膨張要素の時間幅を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。

【0015】請求項8に記載のものは、前記駆動パルスは、定常容積の圧力室を液滴を吐出させない程度の速度で膨張させる膨張要素と、圧力室の膨張状態を保持する膨張ホールド要素と、膨張状態が保持された圧力室を急激に収縮させることで液滴を吐出させる吐出要素とを含む第1駆動パルスであり、波形調整手段は、膨張ホールド要素の時間幅を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。

【0016】請求項9に記載のものは、前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第2駆動パルスであり、波形調整手段は、第2駆動パルスにおける最大電位から最低電位までの駆動電圧を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。なお、「メニスカス」とは、ノズル開口で露出している液体の自由表面のことである。

【0017】請求項10に記載のものは、前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出

6

要素とを含む第2駆動パルスであり、波形調整手段は、定常容積に対応する中間電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。

【0018】請求項11に記載のものは、前記駆動パルスは、メニスカスを圧力室側に大きく引き込むべく定常容積の圧力室を急激に膨張させる第2膨張要素と、圧力室を収縮させることで第2膨張要素により引き込まれたメニスカスの中心部分を液滴として吐出させる第2吐出要素とを含む第2駆動パルスであり、波形調整手段は、第2吐出要素の終端電位を調整することを特徴とする請求項4に記載の液体噴射装置である。

【0019】請求項12に記載のものは、前記駆動パルス発生手段を、単位周期内に複数の駆動パルスを発生可能に構成し、単位周期あたりの圧力発生素子への駆動パルスの供給数を可変することにより、液滴の吐出量を調整可能としたことを特徴とする請求項1から請求項11の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0020】請求項13に記載のものは、前記駆動パルス発生手段を、駆動パルスの発生周期を可変可能に構成し、圧力発生素子への駆動パルスの供給周期を可変することにより、液滴の吐出量を調整可能としたことを特徴とする請求項1から請求項11の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0021】請求項14に記載のものは、前記電気機械変換素子が圧電振動子であることを特徴とする請求項4から請求項13の何れかに記載の液体噴射装置である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、液体噴射装置の一種である汎用塗布装置を例に挙げて説明する。まず、図1～図4に基づいて、汎用塗布装置の基本構成について説明する。

【0023】図1に例示した汎用塗布装置は、液体を液滴の状態で吐出可能な噴射ヘッド1と、噴射ヘッド1に供給する液体を貯留可能な液体貯留部2と、噴射ヘッド1を移動させる際の駆動源となるキャリッジモータ3と、噴射ヘッド1から吐出された液滴を捕集して重量を測定する重量測定部4と、噴射ヘッド1から吐出された飛行中の液滴を検出位置にて検出可能なレーザー検出部5と、噴射ヘッド1の作動を電氣的に制御する制御装置6と、制御装置6に対して必要な情報を入力するための情報入力部7とを備えている。

【0024】上記の液体貯留部2は、液体を貯留可能であれば任意の構成を採り得る。本実施形態の液体貯留部2は、吐出させる液体を容器内に封入した液体バック8と、この液体バック8を収納可能な保持ケース9とを備え、収納された液体バック8と噴射ヘッド1との間を供給チューブ10で連通している。このため、封入した液体の種類が異なる複数種類の液体バック8…を適宜選択して保持ケース9に収納することにより、噴射ヘッド1へ供給する液体の種類を変えることができる。また、上

(5)

7

記の供給チューブ10としては、噴射ヘッド1に供給する液体に適合させて種々のものがあるが、例えば、シリコンチューブ等の可撓性を有する樹脂製チューブが好適に用いられる。さらに、保持ケース9には、液体バック8をバックの外側から加圧する加圧機構（図示せず）を設けてある。この加圧機構を作動させると、液体バック8に貯留された液体が加圧されるので、液体を噴射ヘッド側に押し出すことができる。これにより、液体を噴射ヘッド1に確実に供給することができる。

【0025】上記のキャリッジモータ3は、例えば、タイミングベルトやプーリー（何れも図示せず）等と共に噴射ヘッド1の走査機構を構成する。本実施形態のキャリッジモータ3はパルスモータによって構成されており、制御装置6から供給されるパルス（移動制御情報、DRV）に応じて噴射ヘッド1を位置制御しつつ移動させる。

【0026】上記の重量測定部4は、本発明における飛行特性測定手段の一部であって、液滴重量測定手段の一部を構成する。この重量測定部4は、液滴の重量が測定可能であれば任意の構成を取り得る。本実施形態では、液滴を捕集可能な捕集部11を備え、この捕集部11に捕集された液滴の重量を測定する構成である。上記の捕集部11には、液滴が浸透可能な捕集シート11aを取り付けてあり、噴射ヘッド1から吐出された液滴を確実に捕集できるように構成している。そして、液滴の重量を測定する際には、この捕集シート11aを噴射ヘッド1のノズルプレートに対向させて配置する。この場合において、噴射ヘッド1の表面から捕集シート11a表面までの距離は、液滴の飛行可能範囲に応じて適宜に設定できるが、本実施形態では2mmに設定している。

【0027】ところで、上記の噴射ヘッド1から吐出される液滴は、1滴が数ピコリットル（pL）程度の極く少量である。このため、1滴の重量も数ナノグラム（ng）程度であり、1滴毎に重量を測定することは困難である。そこで、重量測定部4で液滴の重量を測定する際には、複数の液滴をノズル開口から吐出させ、その重量を測定するようにしている。例えば、1つのノズル列に属する全てのノズル開口12…（図2参照）から100,000発の液滴を吐出させ、全体の重量を測定する。

【0028】この重量測定部4は、制御装置6の重量算出部13と電気的に接続されている。そして、液滴重量の測定結果は、測定情報（WGT）として重量算出部13に送出される。この重量算出部13は、重量測定部4と共に本発明の液滴重量測定手段として機能するものであり、後述するように、液滴重量の測定情報から液滴の1滴あたりの重量を算出する。このような方法を採用すると、極く少量の液滴であっても高い精度で重量を測定できる。

【0029】上記のレーザー検出部5は、本発明にお

8

る飛行特性測定手段の一部であって飛行速度測定手段の一部を構成する。このレーザー検出部5は、レーザー光線を発生可能なレーザー光源14とレーザー光線の受光状態に応じて所定レベルの検出信号（DTC）を出力可能なレーザー受光素子15とを含んでいる。このレーザー検出部5は、検出位置Pにて液滴の飛行軌跡とレーザー光線とが交差するように配置されている。このため、液滴が検出位置Pを通過するとレーザー受光素子15からの検出信号は、液滴の通過期間に亘ってレベルが変化する。従って、この検出信号のレベルを監視することで液滴の通過を認識することができる。そして、レーザー光源14からのレーザー光線は、直線性に優れ、且つ、光線の径も極めて細く絞ることができる。このため、極く少量の液滴を確実に検出することができる。

【0030】本実施形態では、レーザー光源14とレーザー受光素子15の組を1組とし、レーザー光線の照射方向（光軸方向）が、ノズル列の方向とノズルプレート16（図2参照）の表面方向の双方に平行になるように配設している。また、上記の検出位置Pは、噴射ヘッド1と重量測定部4との間であって、ノズル開口12（ノズルプレート表面）から所定距離、例えば、1mm離れた場所に設定している。

【0031】このレーザー検出部5は、液滴の飛行速度を測定する際に用いられる。例えば、噴射ヘッド1から液滴が吐出された時点とを起点とし、この液滴が検出位置Pを通過するまでの経過時間を測定すると、得られた経過時間は液滴の飛行時間を意味する。この場合において、ノズル開口12から検出位置Pまでの距離は既知であるので、飛行時間から液滴の飛行速度を算出できる。この飛行速度の算出は、後述するように、制御装置6の飛行速度算出部17によってなされる。即ち、この飛行速度算出部17は、レーザー検出部5と共に本発明の飛行速度測定手段として機能する。

【0032】上記の情報入力部7は、情報入力手段として機能し、制御装置6に対し、液滴の飛行速度や重量の目標値等の情報を入力する際に用いる。この情報入力部7は、必要な情報が入力できればどのような構成であっても良い。例えば、キーボード、マウス、タッチパネル、スイッチを用いることができる。

【0033】上記の制御装置6は、噴射ヘッド1に供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生部18と、CPU・ROM・RAM等（何れも図示せず）を含んで構成された主制御部19と、レーザー受光素子15からの検出信号に基づいて液滴の飛行速度を算出する飛行速度算出部17と、重量測定部4からの測定情報に基づいて1滴の液滴重量を算出する重量算出部13とを備えている。

【0034】駆動信号発生部18は、本発明における駆動パルス発生手段の一種である。この駆動信号発生部18が発生する駆動信号は、例えば、図5に示す信号であ

50

(6)

9

り、所定量の液滴を噴射ヘッド1のノズル開口12から吐出させるための駆動パルス(P S 1 ~ P S 3)を、噴射周期T内に複数含んでいる。そして、駆動信号発生部18は、この駆動信号を噴射周期T毎に繰り返し発生する。なお、この駆動信号については、後で詳しく説明する。

【0035】上記の主制御部19は、この汎用塗布装置における制御を行うものであり、例えば、液滴の噴射制御に関する噴射データ(SI)を生成したり、キャリッジモータ3を制御するための移動制御情報(DRV)を生成したりする。また、主制御部19は、噴射ヘッド1の制御用信号(CK, LAT, CH)を生成したり、駆動信号発生部18へ出力する波形情報(DAT)を生成したりする。

【0036】上記の噴射データは、液滴を噴射するか否か、及び噴射する場合の噴射量を示すデータであり、本実施形態では2ビットのデータで構成される。この噴射データは、単位領域当たりの噴射状態を4段階に分けて表す。例えば、液滴を噴射しない非噴射、少量の液滴を噴射する噴射1、中量の液滴を噴射する噴射2、及び、多量の液滴を噴射する噴射3の4段階の状態を表す。そして、非噴射は噴射データ(00)で表され、噴射1は噴射データ(01)で表される。また、噴射2は噴射データ(10)で表され、噴射3は噴射データ(11)で表される。

【0037】噴射ヘッド1の制御用信号は、例えば、動作クロックとしてのクロック信号(CK)、噴射データのラッチタイミングを規定するラッチ信号(LAT)、及び、駆動信号内の各駆動パルスの供給開始タイミングを規定するチャンネル信号(CH)によって構成される。従って、主制御部19は、これらのクロック信号、ラッチ信号、チャンネル信号を噴射ヘッド1に対して適宜出力する。

【0038】波形情報(DAT)は、駆動信号発生部18が発生する駆動信号の波形形状を規定する。即ち、駆動信号発生部18は、この波形情報で定められた形状の駆動信号(駆動パルス)を発生する。そして、主制御部19は、後述するように、重量算出部13からの液滴の重量情報や飛行速度算出部17からの液滴の飛行速度情報等に基づいて駆動パルスの波形形状を調整する。即ち、この主制御部19は、本発明の波形調整手段としても機能する。

【0039】飛行速度算出部17は、本発明の飛行速度測定手段の一部を構成し、飛行時間計測手段としても機能する。

【0040】本実施形態では、主制御部19からのラッチ信号やチャンネル信号をトリガにして計時を開始し、レーザー検出部5からの検出信号が液滴の検出を示した場合(レベル変化があった場合)に計時を終了して仮飛行時間を取得する。そして、取得した仮飛行時間から補

10

正時間を減算することで飛行時間を算出する。即ち、ラッチ信号やチャンネル信号が供給された時点と実際にノズル開口12から液滴が吐出される時点とは時間差があり、この時間差はほぼ一定である。このため、ラッチ信号等の供給開始時点から液滴吐出までの時間差を補正時間とし、上記の仮飛行時間から減算することでノズル開口12から吐出された液滴がレーザー検出部5に検出されるまでの飛行時間を算出できる。

【0041】次に、飛行速度算出部17は、上記の飛行時間から飛行速度を算出する。即ち、ノズル開口12から検出位置Pまでの飛行距離を、取得した飛行時間で除算する。そして、飛行速度算出部17は、算出した飛行速度を飛行速度情報として主制御部19に送信する。主制御部19は、受信した飛行速度情報をRAMの記憶領域(速度情報記憶手段)に記憶する。

【0042】重量算出部13は、上記したように、本発明の液滴重量測定手段の一部を構成し、液滴の1滴あたりの重量を算出する。

【0043】本実施形態では、まず、液滴吐出前における吐出前測定情報と、各ノズル開口12から所定回数(例えば、100, 000発)の液滴を吐出させた際の吐出後測定情報とをそれぞれ取得する。次に、吐出後測定情報から吐出前測定情報を減算することで吐出総重量を算出する。この吐出総重量を延べ吐出回数(即ち、ノズル開口数×吐出回数)で除算することにより、1滴の重量を算出する。例えば、ノズル開口12…の数が50個、1つのノズル開口当たりの吐出回数が100, 000回、吐出総重量が75mgであった場合を考える。この場合、1滴の重量は75mg / (50×100, 000)で算出されるので、15ngとなる。

【0044】そして、重量算出部13は、算出した液滴重量を重量情報として主制御部19に送信する。主制御部19は、受信した重量情報をRAMの記憶領域(重量情報記憶手段)に記憶する。

【0045】次に、上記の噴射ヘッド1について詳細に説明する。まず、噴射ヘッド1の構造について説明する。

【0046】例示した噴射ヘッド1は、例えば、図2に示すように、複数の圧電振動子21…を櫛歯状に形成した振動子群22、この振動子群22が接合される固定板23、及び、各圧電振動子21…に給電するフレキシブルケーブル24等をユニット化した振動子ユニット25と、この振動子ユニット25を収納可能なケース26と、ケース26の先端面に接合される流路ユニット27とを備えている。

【0047】上記の圧電振動子21は、本発明の圧力発生素子の一種であって、電気機械変換素子(即ち、電気エネルギーを運動エネルギーに変換可能な素子)の一種である。この圧電振動子21は、例えば、30μm~100μm程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられて

(7)

11

いる。例示した圧電振動子21は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成された積層型の圧電振動子であって、電界方向に直交する縦方向に伸縮可能な縦振動モードの圧電振動子21である。そして、各圧電振動子21…は、基端側部分が固定板23の上に接合されており、自由端部を固定板23の縁よりも外側に突出させた片持ち梁の状態に取り付けられている。また、各圧電振動子21…の先端面は、流路ユニット27の島部28に当接固定されており、フレキシブルケーブル24は、固定板23とは反対側となる振動子群22の側面で、各圧電振動子21…と電気的に接続されている。

【0048】流路ユニット27は、図3に示すように、流路形成基板31を間に挟んでノズルプレート16を流路形成基板31の一方の表面に配置し、弾性板32をノズルプレート16とは反対側となる他方の表面に配置して積層することで構成されている。

【0049】ノズルプレート16は、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口12…を列状に開設したステンレス鋼製の薄いプレートである。本実施形態では、180dpiのピッチで50個のノズル開口12…を列設し、これらのノズル開口12…によってノズル列を構成する。

【0050】流路形成基板31は、ノズルプレート16の各ノズル開口12…に対応させて圧力室33となる空部を形成するとともに、液体供給口34および共通液室35となる空部を形成した板状の部材である。

【0051】圧力室33は、ノズル開口12の列設方向（ノズル列方向）に対して直交する方向に細長い室であり、堰部で区画された偏平な凹室で構成されている。そして、この堰部により流路幅の狭い狭窄部の形で、液体供給口34が形成されている。また、圧力室33内における共通液室35から最も離れた位置には、ノズル開口12と圧力室33とを連通するノズル連通口36を板厚方向に貫通させて設ける。

【0052】弾性板32は、ステンレス製の支持板37上にPPS（ポリフェニレンサルファイド）等の樹脂フィルム38をラミネート加工した二重構造である。そして、圧力室33に対応した部分の支持板37を環状にエッチング加工して島部28を形成し、共通液室35に対応する部分の支持板37をエッチング加工で除去して樹脂フィルム38だけにしている。

【0053】上記の構成を有する噴射ヘッド1では、駆動信号発生部18からの駆動信号を選択的に圧電振動子21に供給することで圧電振動子21の充放電が行われる。そして、圧電振動子21を放電すると、圧電振動子21が振動子長手方向に伸長し、島部28がノズルプレート16側に押圧される。これにより、ダイヤフラム部を構成する樹脂フィルム38が変形して圧力室33が収縮する。一方、圧電振動子21を充電すると、圧電振動子21は振動子長手方向に収縮し、樹脂フィルム38の

12

弾性によって圧力室33が膨張する。そして、圧力室33の膨張や収縮を制御することで圧力室33内の液体圧力に変化を与えることができ、ノズル開口12から液滴を吐出することができる。

【0054】次に、この噴射ヘッド1の電気的構成について説明する。図4に示すように、この噴射ヘッド1は、噴射データがセットされるシフトレジスタ41、42と、シフトレジスタ41、42にセットされた噴射データをラッチするラッチ回路43、44と、ラッチ回路43、44でラッチされた噴射データをパルス選択データに翻訳するデコーダ45と、タイミング信号を出力する制御ロジック46と、電圧増幅器として機能するレベルシフタ47と、圧電振動子21に対する駆動信号の供給を制御するスイッチ回路48と、圧電振動子21とを備えている。

【0055】シフトレジスタ41、42は、第1シフトレジスタ41及び第2シフトレジスタ42から構成される。そして、第1シフトレジスタ41には、全てのノズル開口12…に関する下位ビット（ビット0）の噴射データがセットされ、第2シフトレジスタ42には、全てのノズル開口12…に関する上位ビット（ビット1）の噴射データがセットされる。

【0056】ラッチ回路43、44は、第1ラッチ回路43及び第2ラッチ回路44から構成される。そして、第1ラッチ回路43は第1シフトレジスタ41に電気的に接続され、第2ラッチ回路44は第2シフトレジスタ42に電気的に接続されている。従って、これらのラッチ回路43、44にラッチ信号が入力されると、第1ラッチ回路43は第1シフトレジスタ41にセットされた下位ビットの噴射データをラッチし、第2ラッチ回路44は第2シフトレジスタ42にセットされた上位ビットの噴射データをラッチする。

【0057】各ラッチ回路43、44でラッチされた噴射データはデコーダ45に入力される。このデコーダ45は、パルス選択データ生成手段として機能し、2ビットの噴射データを翻訳して複数ビットのパルス選択データを生成する。本実施形態では、図5や図12に示すように、駆動信号発生部18は、噴射周期T内に3つの駆動パルス（PS1～PS3、PS4～PS6）が含まれた駆動信号を生成するので、デコーダ45は3ビットのパルス選択データを生成する。即ち、液滴を噴射しない噴射データ（00）を翻訳してパルス選択データ（000）を生成し、少量の液滴を噴射する噴射データ（01）を翻訳してパルス選択データ（010）を生成する。同様に、中量の液滴を噴射する噴射データ（10）を翻訳してパルス選択データ（101）を生成し、多量の液滴を噴射する噴射データ（11）を翻訳してパルス選択データ（111）を生成する。

【0058】制御ロジック46は、主制御部19からのラッチ信号（LAT）やチャンネル信号（CH）に基づ

(8)

13

いてタイミング信号を生成し、この生成したタイミング信号をデコーダ45に供給する。即ち、制御ロジック46は、ラッチ信号やチャンネル信号を受信する毎にタイミング信号を生成してデコーダ45に供給する。そして、デコーダ45は、このタイミング信号を受信する毎に、3ビットのパルス選択データを上位ビット側から順にレベルシフタ47に入力する。

【0059】このレベルシフタ47は、電圧増幅器として機能し、パルス選択データが(1)の場合には、スイッチ回路48を駆動できる電圧、例えば数十ボルト程度の電圧に昇圧された電気信号を出力する。

【0060】レベルシフタ47で昇圧された(1)のパルス選択データは、スイッチ回路48に供給される。このスイッチ回路48の入力側には、駆動信号発生部18からの駆動信号(COM)が供給されており、スイッチ回路48の出力側には圧電振動子21が接続されている。印字データは、スイッチ回路48の作動を制御する。例えば、スイッチ回路48に加わるパルス選択データが(1)である期間中は、駆動信号が圧電振動子21に供給され、この駆動信号に応じて圧電振動子21は変形する。一方、スイッチ回路48に加わるパルス選択データが(0)の期間中は、レベルシフタ47からはスイッチ回路48を作動させる電気信号が出力されず、圧電振動子21へは駆動信号が供給されない。なお、圧電振動子21はコンデンサの様に振る舞うので、圧電振動子21の電位は、パルス選択データが(0)の期間中において遮断直前の電位を保持し続ける。

【0061】次に、この汎用塗布装置における液滴の噴射制御について説明する。

【0062】まず、駆動信号発生部18が発生する駆動信号について説明する。図5に例示した駆動信号は、比較的多い量の液滴を吐出可能な標準駆動信号である。この標準駆動信号は、噴射周期T内に3つの標準駆動パルス(第1標準駆動パルスPS1、第2標準駆動パルスPS2、第3標準駆動パルスPS3)を含み、これらの各標準駆動パルスPS1~PS3を所定間隔毎に発生している。

【0063】これらの標準駆動パルスPS1~PS3は、本発明の第1駆動パルスの一種であり、何れも同じ波形形状のパルス信号によって構成されている。即ち、図6に示すように、これらの標準駆動パルスPS1~PS3は、中間電位VMから最大電位VHまで液滴を吐出させない程度の一定勾配で電位を上昇させる膨張要素P1と、最大電位VHを所定時間保持する膨張ホールド要素P2と、最大電位VHから最低電位VLまで急勾配で電位を下降させる吐出要素P3と、最低電位VLを所定時間保持する収縮ホールド要素P4と、最低電位VLから中間電位VMまで電位を上昇させる制振要素P5とを含んでいる。なお、制振要素P5は第1復帰要素の一種であり、圧力室33の容積を定常状態に復帰させる。

14

【0064】これらの標準駆動パルスPS1~PS3を圧電振動子21に供給すると、各標準駆動パルスPS1~PS3が供給される毎に所定量(例えば15ng)の液滴がノズル開口12から吐出される。

【0065】即ち、膨張要素P1の供給に伴って圧電振動子21が大きく収縮し、圧力室33は、中間電位VMに対応する定常容積から最大電位VHに対応する最大容積まで膨張する。この膨張に伴って圧力室33内が減圧され、共通液室の35の液体が液体供給口34を通して圧力室33内に流入する。この圧力室33の膨張状態は膨張ホールド要素P2の供給期間に亘って維持される。続いて、吐出要素P3が供給されて圧電振動子21が大きく伸長し、圧力室33は最小容積まで急激に収縮する。この収縮に伴い、圧力室33内の液体が加圧されてノズル開口12から所定量の液滴が吐出される。吐出要素P3に続いて収縮ホールド要素P4が供給されるので、圧力室33の収縮状態が維持される。そして、圧力室33の収縮状態において、メニスカス(ノズル開口12で露出している液体の自由表面)は、液滴の吐出の影響を受けて大きく振動する。その後、メニスカスの振動を抑制し得るタイミングで制振要素P5が供給され、圧力室33が定常容積まで膨張復帰する。即ち、圧力室33内の液体圧力を相殺すべく、圧力室33を膨張させて液体圧力を減圧する。これにより、メニスカスの振動を短時間で抑制することができ、次の液滴の吐出を安定させることができる。

【0066】そして、1つの噴射周期T内で供給する標準駆動パルスの数を変えることで、液滴の噴射量を単位領域毎(噴射周期T毎)に設定することができる。例えば、噴射周期T内において第2標準駆動パルスPS2のみを圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば15ngの液滴を吐出させることができる。また、噴射周期T内において第1標準駆動パルスPS1と第3標準駆動パルスPS3とを圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば30ngの液滴を吐出させることができる。さらに、噴射周期T内において各標準駆動パルスPS1~PS3を圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば45ngの液滴を吐出させることができる。

【0067】この液滴の噴射制御は、上記のパルス選択データに基づいて行われる。即ち、パルス選択データが(000)の場合には、第1標準駆動パルスPS1に対応する第1発生期間T1、第2標準駆動パルスPS2に対応する第2発生期間T2、及び、第3標準駆動パルスPS3に対応する第3発生期間T3の何れにおいてもスイッチ回路48はOFF状態とされる。このため、圧電振動子21には各標準駆動パルスPS1~PS3が供給されない。そして、パルス選択データが(010)の場合には、第2発生期間T2においてスイッチ回路48がON状態となり、第1発生期間T1、及び、第3発生期

(9)

15

間T3においてはスイッチ回路48がOFF状態となる。このため、圧電振動子21には第2標準駆動パルスPS2のみが供給される。また、パルス選択データが(101)の場合には、第1発生期間T1、及び、第3発生期間T3においてスイッチ回路48がON状態となり、第2発生期間T2においてはスイッチ回路48がOFF状態となる。このため、圧電振動子21には第1標準駆動パルスPS1と第3標準駆動パルスPS3とが供給される。同様に、パルス選択データが(111)の場合には、第1発生期間T1～第3発生期間T3の各期間においてスイッチ回路48がON状態となり、圧電振動子21には各標準駆動パルスPS1～PS3が供給される。

【0068】ところで、この種の汎用塗布装置においては、液滴の最適な吐出条件、例えば、液滴の量や飛行速度が用途によって変わる。

【0069】例えば、この汎用塗布装置で吐出させる液体の物性、例えば、表面張力や粘度は、その用途によって様々である。例えば、ガラス基板の表面に画素を形成することでカラーフィルタを製造するフィルタ製造装置の場合には、液体として液状色材を吐出させる。また、基板表面にコーティング層を形成するコーティング装置の場合には、液体としてコーティング液を吐出させる。そして、フィルタ製造装置で使用する液状色材とコーティング装置で使用するコーティング液とは、物性が一致しているとは限らない。このため、使用液体の物性に合わせた調整が必要となる。

【0070】また、フィルタ製造装置の場合、色材を吐出させた際にミストが生じてしまうと、このミストが近隣の格子領域に混入してしまう虞がある。そして、ミストが他の格子領域に混入してしまうと、この格子領域内の画素の色がずれてしまう。このため、フィルタ製造装置においては、ミストの発生し難い比較的低速であって、且つ、正確な量の液滴を吐出させる必要がある。

【0071】また、コーティング装置の場合、コーティング層の厚みが均一になるように液滴の吐出条件を定める必要がある。このコーティング装置において、基板表面は平面とは限らず湾曲面の場合もある。例えば、眼鏡用レンズの表面は湾曲面であり、この湾曲表面にコーティング層を形成したいという場合である。この場合、飛行速度が不足すると液滴が基板表面まで届かない虞があり、ムラ等の原因となってしまう。このため、コーティング装置においては、塗布可能な距離の範囲が比較的大い比較的高速であって、且つ、正確な量の液滴を吐出させる必要がある。

【0072】以上の点に着目し、本実施形態では、上記の主制御部19を本発明の波形調整手段として機能させ、重量算出部13からの重量情報や飛行速度算出部17からの飛行速度情報等に基づいて各標準駆動パルスPS1～PS3の波形形状を調整する。即ち、単位領域内

16

における噴射量の調整は主に各標準駆動パルスの圧電振動子21への供給数で行い、液滴の噴射特性の調整や微小な吐出量の調整は波形形状の設定で行っている。これにより、噴射量の調整幅を拡げることができると共に噴射量の精度向上が図れ、さらに噴射特性の最適化も図れる。以下、主制御部19による波形形状の調整について説明する。

【0073】まず、図7に基づいて、各標準駆動パルスPS1～PS3の駆動電圧（最大電位VHから最低電位VLまでの電位差）と液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0074】ここで、図7は、駆動電圧を調整した場合の吐出特性の変化であり、(a)は駆動電圧を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示し、(b)は駆動電圧を変化させた際の液滴の重量の変化を示す。なお、駆動電圧を設定するにあたり、最低電位VLと各波形要素

(P1～P5)の時間幅は変えず、最大電位VHを変更した。また、中間電位VMは駆動電圧に対応させて変更した。また、図7(a)において、黒丸を付した実線がメイン液滴を示し、白丸を付した点線がサテライト液滴（メイン液滴に付随して飛行する液滴）を示す。また、三角を付した一点鎖線が第2サテライト液滴（サテライト液滴に付随して飛行する液滴）を示す。

【0075】この図7から判るように、駆動電圧の大きさと、液滴の飛行速度及び重量とは、互いに正比例（係数は正）の関係にあるといえる。即ち、駆動電圧を大きくすると液滴の飛行速度は速くなり、液滴の重量も増える（つまり、液滴の吐出量が増える）。例えば、駆動電圧が20Vの場合、メインドットの飛行速度は約3m/sであり、重量は約9ngである。また、駆動電圧が29Vの場合、飛行速度は約7m/sであり、重量は約15.5ngである。さらに、駆動電圧が35Vの場合、飛行速度は約10m/sであり、重量は約20.5ngである。

【0076】これは、駆動電圧の増減により圧力室33の容積の変化幅が変わったためと考えられる。即ち、駆動電圧を基準の電圧よりも高めると、膨張時と収縮時との容積差が基準時よりも大きくなる。このため、多くの液体を圧力室33内から排除することができ、吐出重量が増える。また、吐出要素P3の時間幅は変わらないので、液滴吐出時における圧力室33の収縮速度が高まり、液滴を高速で吐出できる。反対に、駆動電圧を低く設定すると、膨張時と収縮時との容積差が基準時よりも小さくなる。このため、圧力室33内から排除する液体の量が少なくなって、吐出重量が減る。また、圧力室33の収縮速度も低くなるので、液滴の飛行速度も低くなる。

【0077】なお、図7(a)を見ると、駆動電圧が26V以上になると、液滴は、メイン液滴とサテライト液滴とに分かれて飛行する。さらに、駆動電圧が32V以

(10)

17

上になると、上記のサテライト液滴に加えて第2サテライト液滴が出現する。

【0078】これらのサテライト液滴及び第2サテライト液滴の飛行速度は、図7(a)の測定範囲では、駆動電圧の大きさにあまり影響を受けない。例えば、サテライト液滴の飛行速度は、駆動電圧を26Vに設定すると約5m/sであり、駆動電圧を29V、32Vに設定すると約4m/sである。さらに、駆動電圧を35Vに設定すると約6m/sとなる。第2サテライト液滴については、駆動電圧を32V、35Vに設定した場合において略等しく、何れも約4m/sである。

【0079】以上から、駆動電圧の設定により、吐出する液滴の飛行速度と重量を同時に増減できることが判る。また、サテライト液滴や第2サテライト液滴の発生を制御できることも判る。

【0080】次に、各標準駆動パルスPS1～PS3の中間電位VMと液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0081】上記したように、この中間電位VMは、圧力室33の定常容積を規定するものである。そして、上記の圧電振動子21は、電位の上昇(充電)に伴って収縮して圧力室33を膨張させ、電位の下降(放電)に伴って伸長して圧力室33を収縮させるので、基準よりも中間電位VMを高く設定すると、定常容積は基準容積(基準の中間電位VMに対応する圧力室33の容積)よりも膨張する。一方、基準よりも中間電位VMを低く設定すると、定常容積は基準容積よりも収縮する。

【0082】ここで、中間電位VMだけを変更した場合には、最大電位VHは中間電位VMの変更前と変更後とで同じとなる。このため、中間電位VMを基準よりも高く設定すると、中間電位VMから最大電位VHまでの電位差が基準の中間電位VMに設定した場合よりも小さくなり、圧力室33の膨張代も少なくなる。一方、中間電位VMを基準よりも低く設定すると、中間電位VMから最大電位VHまでの電位差が基準の中間電位VMに設定した場合よりも大きくなり、圧力室33の膨張代も多くなる。この膨張代は、圧力室33内への液体の流入量を規定する。即ち、膨張代が基準よりも多いと共通液室35から圧力室33内に流入する液体の量が基準の量よりも多くなり、膨張代が基準よりも少ないと共通液室35から圧力室33内に流入する液体の量が基準量よりも少なくなる。

【0083】また、中間電位VMだけを変更した場合には、膨張要素P1の時間幅(供給時間)も中間電位VMの変更前後で同じとなる。このため、基準よりも中間電位VMを高く設定すると、膨張要素P1を圧電振動子21に供給した際において、圧力室33の膨張速度が遅くなる。一方、基準よりも中間電位VMを低く設定すると、圧力室33の膨張速度は速くなる。

【0084】圧力室33の膨張代は、膨張要素P1の供

18

給直後における圧力室33内の液体圧力に影響を及ぼす。即ち、膨張代が少なければ膨張要素P1の供給直後において圧力室33内の液体圧力は定常状態の圧力に近いままであるので、液体の流入量が少なく流入速度も遅くなり、圧力室33内の液体の圧力振動は小さい。反対に、膨張代が多ければ、膨張要素P1の供給直後において圧力室33内の液体圧力は大きく低下するので、液体の流入量が多くなると共に流入速度が速くなり、圧力室33内の液体の圧力振動が大きくなる。この圧力振動が正圧になるタイミングに合わせて吐出要素P3を供給して圧力室33を収縮させると、吐出要素P3の電位差や傾きが同じであっても液滴の飛行速度を高くできるし、液滴の重量を増やすことができる。

【0085】この場合において、飛行速度は、中間電位VMの変化に対して比較的大きく変化する。一方、液滴の重量は、中間電位VMの変化に対する変化が比較的小さい。これは、液滴の重量は、主として駆動電圧(吐出要素P3の電位差)、即ち、圧力室33の収縮量によって規定されるためと考えられる。従って、上記の駆動電圧と中間電位VMとを組み合わせると適宜設定することで、液滴の飛行速度を一定に保ちつつ、液滴の重量を変えることができる。

【0086】例えば、液滴の飛行速度を7m/sに設定すると、駆動電圧及び中間電位VMと液滴の重量との関係は、図8(a)に示すようになる。この図8(a)より、駆動電圧を31.5Vに中間電位VMを駆動電圧の20%(つまり、最低電位VLから6.3V高い電位)にそれぞれ設定すると、約16.5ngの液滴を吐出できることが判る。また、駆動電圧を29.7Vに中間電位VMを駆動電圧の40%にそれぞれ設定すると、約15.3ngの液滴を吐出できることが判る。さらに、駆動電圧を28.0Vに中間電位VMを駆動電圧の60%にそれぞれ設定すると、約13.6ngの液滴を吐出できることが判る。

【0087】また、駆動電圧と中間電位VMとを適宜設定することにより、液滴の重量を一定に保ちつつ、液滴の飛行速度を変えることもできる。

【0088】例えば、液滴の重量を15ngに設定すると、駆動電圧及び中間電位VMと液滴の飛行速度との関係は、図8(b)に示すようになる。この図8(b)より、駆動電圧を29.2Vに中間電位VMを駆動電圧の20%(つまり、最低電位VLから5.9V高い電位)にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.1m/sに設定できることが判る。また、駆動電圧を29.0Vに中間電位VMを駆動電圧の40%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.8m/sに設定できることが判る。さらに、駆動電圧を30.6Vに中間電位VMを駆動電圧の60%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約8.1m/sに設定できることが判る。

【0089】次に、各標準駆動パルスPS1～PS3の

(11)

19

膨張要素P 1の時間幅(Pwc 1)と液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0090】この膨張要素P 1の時間幅は、圧力室33の定常容積から最大容積への膨張速度を規定する。そして、膨張要素P 1の時間幅に拘わらず、膨張要素P 1の始端電位を中間電位VMに終端電位を最大電位VHにそれぞれ定めると、基準よりも時間幅を短く設定することで膨張要素P 1の傾斜が急峻になり、圧力室33の膨張速度は基準よりも速くなる。一方、基準よりも時間幅を長く設定すると膨張要素P 1の傾斜が緩やかになり、圧力室33の膨張速度は基準よりも遅くなる。

【0091】この膨張速度の違いは、膨張要素P 1の供給直後における圧力室33内の液体圧力に影響を及ぼす。即ち、膨張速度が基準よりも遅ければ、膨張要素P 1の供給直後において液体圧力の変動は小さくなり、液体の圧力室33内への流入速度も遅くなる。一方、膨張速度が基準よりも速ければ、膨張要素P 1の供給直後において圧力室33内の液体圧力は大きく低下して圧力振動が大きくなり、液体の圧力室33内への流入速度も速くなる。従って、この圧力振動が正圧になるタイミングに合わせて吐出要素P 3を供給して圧力室33を収縮させると、吐出要素P 3の電位差や傾きが同じであっても液滴の飛行速度を高くできるし、液滴の重量を増やすことができる。

【0092】なお、この場合においても中間電位VMの場合と同様に、飛行速度は膨張要素P 1の時間幅の変化に対して比較的大きく変化するが、液滴の重量は膨張要素P 1の時間幅の変化に対する変化量が比較的小さい。従って、上記の駆動電圧と膨張要素P 1の時間幅とを適宜設定することにより、液滴の飛行速度を一定に保ちつつ、液滴の重量を変えることができる。

【0093】例えば、液滴の飛行速度を7m/sに設定すると、駆動電圧及び膨張要素P 1の時間幅と液滴の重量との関係は、図9(a)に示すようになる。この図9(a)より、駆動電圧を27.4Vに膨張要素P 1の時間幅を2.5マイクロ秒(μ s)にそれぞれ設定すると、約15.3ngの液滴を吐出できることが判る。また、駆動電圧を29.5Vに膨張要素P 1の時間幅を3.5 μ sにそれぞれ設定すると、約16.0ngの液滴を吐出できることが判る。さらに、駆動電圧を25.0Vに膨張要素P 1の時間幅を6.5 μ sにそれぞれ設定すると、約11.8ngの液滴を吐出できることが判る。

【0094】また、駆動電圧と膨張要素P 1の時間幅とを適宜設定することにより、液滴の重量を一定に保ちつつ、液滴の飛行速度を変えることもできる。

【0095】例えば、液滴の重量を15ngに設定すると、駆動電圧及び膨張要素P 1の時間幅と液滴の飛行速度との関係は、図9(b)に示すようになる。この図9(b)より、駆動電圧を26.8Vに膨張要素P 1の時

20

間幅を2.5 μ sにそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.7m/sに設定できることが判る。また、駆動電圧を27.8Vに膨張要素P 1の時間幅を3.5 μ sにそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.3m/sに設定できることが判る。さらに、駆動電圧を31.7Vに膨張要素P 1の時間幅を6.5 μ sにそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約10.8m/sに設定できることが判る。

【0096】次に、各標準駆動パルスPS1~PS3の膨張ホールド要素P 2の時間幅(Pwh 1)と液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0097】この膨張ホールド要素P 2の時間幅は、吐出要素P 3の供給開始タイミング、つまり、圧力室33の収縮開始タイミングを規定する。この圧力室33の収縮開始タイミングの違いもまた、液滴の飛行速度と液滴の重量に影響を及ぼす。これは、膨張要素P 1によって励起された圧力振動の位相と吐出要素P 3によって励起される圧力振動の位相の差に応じて、合成圧力が変化するためと考えられる。

【0098】即ち、膨張要素P 1の供給によって圧力室33が膨張すると、この膨張に伴って圧力室33内には圧力振動が励起される。そして、圧力室33内の液体圧力が正圧になるタイミングに合わせて圧力室33の収縮を開始すると、定常状態で吐出させた場合よりも、液滴を高速で飛行させることができる。反対に、圧力室33内の液体圧力が負圧になるタイミングに合わせて圧力室33の収縮を開始すると、定常状態で吐出させた場合よりも液滴を低速で飛行させることができる。また、液滴の重量に関し、この重量は、膨張ホールド要素P 2の時間幅に対応して変化するが、その変化量は比較的小さい。これは、上記の各ケースと同様であり、液滴の重量は、主に駆動電圧の大きさによって規定されるためと考えられる。

【0099】このことを、図10に基づいて説明する。ここで、図10は、膨張ホールド要素P 2の時間幅を調整した場合の吐出特性の変化であり、(a)は時間幅を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示し、(b)は時間幅を変化させた際の液滴の重量の変化を示す。なお、これらの図において、実線は駆動電圧を20Vに設定した場合の特性であり、一点鎖線は駆動電圧を23Vに設定した場合の特性であり、点線は駆動電圧を26Vに設定した場合の特性である。また、最低電位VLと膨張ホールド要素P 2以外の各波形要素の時間幅は基準値で一定とし、中間電位VMは駆動電圧に対応させて変更した。

【0100】図10(a)から判るように、膨張ホールド要素P 2の時間幅と液滴の飛行速度とは、この測定範囲において、膨張ホールド要素P 2の時間幅が長くなる程、液滴の飛行速度は遅くなる。例えば、駆動電圧を20Vに設定した場合、膨張ホールド要素P 2の時間幅を

(12)

21

2 μ s に設定すると飛行速度は約 6.5 m/s となり、時間幅を 3 μ s に設定すると飛行速度は約 4 m/s となる。また、駆動電圧を高くすると飛行速度は速くなる。例えば、駆動電圧を 23 V に設定した場合には、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2 μ s に設定すると飛行速度は約 8.7 m/s となり、時間幅を 3 μ s に設定すると飛行速度は約 5.2 m/s となる。同様に、駆動電圧を 26 V に設定した場合には、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2 μ s に設定すると飛行速度は約 10.7 m/s となり、時間幅を 3 μ s に設定すると飛行速度は約 7 m/s となる。

【0101】そして、図 10 (b) から判るように、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅と液滴の重量もまた、この測定範囲において、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅が長くなる程、液滴の重量は減少する（つまり、液滴の吐出量が減少する）。例えば、駆動電圧を 20 V に設定した場合、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2 μ s に設定すると液滴の重量は約 11.5 ng となり、時間幅を 3 μ s に設定すると重量は約 10.5 ng となる。また、駆動電圧を高くすると液滴の重量は重くなる（つまり、液滴の吐出量が増える）。例えば、駆動電圧を 23 V に設定した場合には、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2 μ s に設定すると液滴の重量は約 13.2 ng となり、時間幅を 3 μ s に設定すると重量は約 12.1 ng となる。同様に、駆動電圧を 26 V に設定した場合には、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2 μ s に設定すると飛行速度は液滴の重量は約 15.0 ng となり、時間幅を 3 μ s に設定すると重量は 13.8 ng となる。

【0102】そして、この場合においても、駆動電圧と膨張ホールド要素 P 2 の時間幅とを適宜設定することにより、液滴の飛行速度を一定に保ちつつ、液滴の重量を変えることができる。

【0103】例えば、液滴の飛行速度を 7 m/s に設定すると、駆動電圧及び膨張ホールド要素 P 2 の時間幅と液滴の重量との関係は、図 11 (a) に示すようになる。この図 11 (a) より、駆動電圧を 20.5 V に膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 2.0 マイクロ秒 (μ s) にそれぞれ設定すると、約 11.8 ng の液滴を吐出できることが判る。また、駆動電圧を 26.2 V に膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 3.0 μ s にそれぞれ設定すると、約 13.8 ng の液滴を吐出できることが判る。さらに、駆動電圧を 29.8 V に膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を 3.5 μ s にそれぞれ設定すると、約 15.9 ng の液滴を吐出できることが判る。

【0104】また、駆動電圧と膨張ホールド要素 P 2 の時間幅とを適宜設定することにより、液滴の重量を一定に保ちつつ、液滴の飛行速度を変えることもできる。

【0105】例えば、液滴の重量を 15 ng に設定すると、駆動電圧及び膨張ホールド要素 P 2 の時間幅と液滴の飛行速度との関係は、図 11 (b) に示すようにな

22

る。この図 11 (b) より、駆動電圧を 26.2 V に膨張要素 P 1 の時間幅を 2.0 μ s にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約 10.8 m/s に設定できることが判る。また、駆動電圧を 28.0 V に膨張要素 P 1 の時間幅を 3.0 μ s にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約 8.0 m/s に設定できることが判る。さらに、駆動電圧を 28.0 V に膨張要素 P 1 の時間幅を 3.5 μ s にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約 6.3 m/s に設定できることが判る。

【0106】このように、各標準駆動パルス P S 1 ~ P S 3 に関し、駆動電圧、中間電位 VM、膨張要素 P 1 の時間幅、及び、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を適宜設定することにより、液滴の飛行速度や重量を制御することができる。従って、物性の異なる複数種類の液体であっても、用途に応じた最適な吐出条件で液滴を吐出させることができる。

【0107】そして、主制御部 19 (波形調整手段) は、重量算出部 13 からの重量情報や飛行速度算出部 17 からの飛行速度情報等に基づき、各標準駆動パルス P S 1 ~ P S 3 の駆動電圧等を適宜調整する。この場合、主制御部 19 は、まず、基準波形の標準駆動パルスを圧電振動子 21 に供給して液滴を吐出させる。次に、主制御部 19 は、レーザー検出部 5 及び飛行速度算出部 17 (飛行速度測定手段) が測定した飛行速度情報を取得すると共に、重量測定部 4 及び重量算出部 13 (液滴重量測定手段) が測定した重量情報を取得する。

【0108】飛行速度情報と重量情報とを取得したならば、主制御部 19 は、情報入力部 7 から入力された液滴の飛行速度及び重量の目標値と、取得した飛行速度情報及び重量情報とを比較し、その差に応じて標準駆動パルスの駆動電圧、中間電位 VM、膨張要素 P 1 の時間幅、及び、膨張ホールド要素 P 2 の時間幅を設定する。

【0109】この設定に関しては種々の方法を探ることができる。例えば、飛行速度の差及び重量の差と、駆動電圧や中間電位 VM 等の増減量との関係をデータベース化して主制御部 19 の ROM に予め記憶させ、目標の飛行速度及び重量と測定された飛行速度及び重量との差から標準駆動パルスの駆動電圧や中間電位 VM 等を設定することができる。また、標準駆動パルスの駆動電圧や中間電位 VM 等の組み合わせを適当に変えて液滴を吐出させ、この液滴の飛行速度や重量を再度測定し、目標値からの差が最も少ない組み合わせを取得してもよい。

【0110】そして、本実施形態では、基準波形の駆動パルスに対応して測定された液滴の重量及び飛行速度と、目標値として設定された飛行速度及び重量との差に基づいて、駆動信号発生手段が発生する駆動パルスの波形を調整する構成であるので、物性の異なる様々な液体を使用しても、その液体の物性に適した波形に調整できる。従って、汎用性に優れる。

【0111】このようにして、目標値の飛行速度及び重

(13)

23

量の液滴が吐出可能となったならば、汎用塗布装置を実際に使用し、対象物に対して液体を塗布する。例えば、汎用塗布装置によってフィルタ製造装置を構成した場合には、ガラス基板の表面に色材を塗布する。また、コーティング装置を構成した場合には、基板表面にコーティング材を塗布する。

【0112】ところで、駆動信号発生部18から発生する駆動信号は、上記の標準駆動信号に限定されない。例えば、上記の標準駆動パルスよりも液滴の重量が少ないマイクロ駆動パルスを含んだマイクロ駆動信号であって
10 もよい。以下、このマイクロ駆動信号を用いた制御について説明する。

【0113】図12は、マイクロ駆動信号を説明する図である。このマイクロ駆動信号は、噴射周期T内に3つのマイクロ駆動パルス（第1マイクロ駆動パルスPS4、第2マイクロ駆動パルスPS5、第3マイクロ駆動パルスPS6）を含み、これらの各マイクロ駆動パルスPS4～PS6を所定間隔毎に発生している。

【0114】これらのマイクロ駆動パルスPS4～PS6は、本発明の第2駆動パルスの一種であり、何れも同じ波形形状のパルス信号によって構成されている。即ち、図13に示すように、これらのマイクロ駆動パルスPS4～PS6は、中間電位VMから最大電位VHまで比較的急峻な勾配で電位を上昇させる第2膨張要素P11と、最大電位VHを極く短時間保持する第2膨張ホールド要素P12と、最大電位VHから吐出電位VFまで急勾配で電位を下降させる第2吐出要素P13と、吐出電位VFを極く短時間に亘って保持する吐出ホールド要素P14と、吐出電位VFから最低電位VLまで第2吐出要素P13よりも緩やかな勾配で電位を下降させる収縮制振要素P15と、最低電位VLを所定時間に亘って保持する制振ホールド要素P16と、最低電位VLから中間電位VMまで比較的緩やかな勾配で電位を上昇させる膨張制振要素P17とを含んでいる。
20

【0115】なお、図13に例示したマイクロ駆動パルスPS4～PS6において、膨張制振要素P17は第2復帰要素の一種であり、圧力室33の容積を定常状態に復帰させる。また、中間電位VMは駆動電圧の20%に設定してあり、吐出電位VFは駆動電圧の40%に設定してある。従って、定常状態において圧力室33は比較的大きく収縮する。また、吐出電位VFに対応する吐出容積（つまり、吐出要素P3の供給終了時点における圧力室33の容積）は、定常容積よりも多少大きい。
30

【0116】これらのマイクロ駆動パルスPS4～PS6を圧電振動子21に供給すると、各マイクロ駆動パルスPS4～PS6が供給される毎に所定量（例えば5.5ng）の液滴がノズル開口12から吐出される。

【0117】即ち、第2膨張要素P11の供給に伴って定常容積の圧力室33が急激に膨張し、メニスカスを圧力室33側に大きく引き込む。そして、第2膨張ホールド
40

24

要素P12が極く短時間に亘って供給されると、引き込まれたメニスカスの中心部分の移動方向が表面張力によって反転する。その後、第2吐出要素P13が供給されて、圧力室33は最大容積から吐出容積まで急激に収縮する。このとき、吐出方向に向けて柱状に伸長したメニスカスの中心部分がちぎれ、液滴となって吐出される。第2吐出要素P13の供給後、吐出ホールド要素P14と収縮制振要素P15とが順に供給される。収縮制振要素P15は、吐出容積から最小容積まで圧力室33を収縮させるが、その収縮速度は液滴吐出後におけるメニスカスの振動を抑制し得る速度に設定される。この収縮制振要素P15に続いて制振ホールド要素P16が供給されるので圧力室33の収縮状態は維持され、メニスカスの振動を打ち消し得るタイミングで膨張制振要素P17が供給される。これにより、メニスカスの振動を抑制すべく、圧力室33が定常容積まで膨張復帰する。

【0118】このマイクロ駆動信号においても、1つの噴射周期T内で供給するマイクロ駆動パルスの数を変えることで、液滴の噴射量を単位領域毎に設定することができる。例えば、噴射周期T内において第2マイクロ駆動パルスPS5のみを圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば5.5ngの液滴を吐出させることができる。また、噴射周期T内において第1マイクロ駆動パルスPS4と第3マイクロ駆動パルスPS6とを圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば11ngの液滴を吐出させることができる。さらに、噴射周期T内において各マイクロ駆動パルスPS4～PS6を圧電振動子21に供給することで、単位領域内に例えば16.5ngの液滴を吐出させることができる。
20

【0119】この液滴の噴射制御も、上記したパルス選択データに基づいて行われる。なお、パルス選択データに基づく噴射制御は、先に説明した標準駆動信号における制御と同じであるので、その説明は省略する。

【0120】そして、主制御部19（波形調整手段）は、液滴の飛行速度や重量をその使用用途にあわせて最適化すべく、各マイクロ駆動パルスPS4～PS6についても波形形状を調整する。このマイクロ駆動パルスPS4～PS6についての波形形状の調整は、駆動電圧、中間電位VM、及び、吐出電位VF（つまり、第2吐出要素P13の終端電位）の3項目について行われる。以下、主制御部19による波形形状の調整について説明する。
30

【0121】まず、図14に基づいて、各マイクロ駆動パルスPS4～PS6の駆動電圧と液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0122】ここで、図14は、駆動電圧を調整した場合の吐出特性の変化であり、（a）は駆動電圧を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示し、（b）は駆動電圧を変化させた際の液滴の重量の変化を示す。なお、図14（a）において、黒丸を付した実線がメイン液滴を
40

50

(14)

25

示し、白丸を付した点線がサテライト液滴を示す。また、三角を付した一点鎖線が第2サテライト液滴を示す。

【0123】この図14から判るように、駆動電圧の大きさと、液滴の飛行速度及び重量とは、互いに正比例（係数は正）の関係にあるといえる。即ち、駆動電圧を大きくすると液滴（メイン液滴）の飛行速度は速くなり、液滴の重量も増える。例えば、駆動電圧が18Vの場合、メイン液滴の飛行速度は約4m/sであり、重量は約4.4ngである。また、駆動電圧が24Vの場合、飛行速度は約9.0m/sであり、重量は約6.8ngである。さらに、駆動電圧が33Vの場合、飛行速度は約16m/sであり、重量は約10.2ngである。

【0124】これは、上記した標準駆動パルスPS1～PS3と同じ理由、即ち、駆動電圧の増減によって、圧力室33についての容積の変化幅が変わったためと考えられる。

【0125】なお、図14(a)を見ると、駆動電圧が18Vの状態では液滴は、メイン液滴とサテライト液滴とに分かれて飛行している。さらに、駆動電圧が24V以上になると、上記のサテライト液滴に加えて第2サテライト液滴が出現する。このマイクロ駆動パルスPS4～PS6において、サテライト液滴は駆動電圧の上昇に伴って速度を増すが、第2サテライト液滴は駆動電圧上昇に拘わらず略一定の飛行速度（6～7m/s）である。

【0126】以上から、このマイクロ駆動パルスにおいても、駆動電圧の設定により、吐出する液滴の飛行速度と重量を同時に増減できることが判る。

【0127】次に、各マイクロ駆動パルスPS4～PS6の中間電位VMと液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0128】このマイクロ駆動パルスPS4～PS6においても中間電位VMは、圧力室33の定常容積を規定する。従って、中間電位VMの変更により、定常容積から最大容積までの膨張代を設定できる。そして、膨張代が変更できることで、第2膨張要素P11の供給時におけるメニスカスの圧力室33側への引き込み量を設定できる。また、第2膨張要素P11の時間幅が一定であるので、膨張代の変更によってメニスカスの圧力室33側への引き込み速度も変化する。

【0129】メニスカスの引き込み量と引き込み速度は、液滴の吐出量に影響を及ぼすと考えられる。即ち、メニスカスの引き込み量が多いと液滴として吐出される液体の量が少なくなり、引き込み量が少ないと液滴として吐出される液体の量が多くなる。また、メニスカスの引き込み速度が高いと、その反動によってメニスカスの中心部分の移動速度も高くなり、液滴の飛行速度が高くなる。一方、メニスカスの引き込み速度が低いとその反動も小さくメニスカスの中心部分の移動速度及び液滴の

26

飛行速度が低くなる。

【0130】従って、上記の駆動電圧と中間電位VMとを適宜設定することにより、液滴の飛行速度を一定に保ちつつ、液滴の重量を変えることができる。

【0131】例えば、液滴の飛行速度を7m/sに設定すると、駆動電圧及び中間電位VMと液滴の重量との関係は、図15(a)に示すようになる。この図15

(a)より、駆動電圧を19.5Vに中間電位VMを駆動電圧の0%（つまり、最低電位VLと同電位）にそれぞれ設定すると、約5.6ngの液滴を吐出できることが判る。また、駆動電圧を22.5Vに中間電位VMを駆動電圧の30%にそれぞれ設定すると、約5.9ngの液滴を吐出できることが判る。さらに、駆動電圧を24.5Vに中間電位VMを駆動電圧の50%にそれぞれ設定すると、約7.5ngの液滴を吐出できることが判る。

【0132】また、駆動電圧と中間電位VMとを適宜設定することにより、液滴の重量を一定に保ちつつ、液滴の飛行速度を変えることもできる。

【0133】例えば、液滴の重量を5.5ngに設定すると、駆動電圧及び中間電位VMと液滴の飛行速度との関係は、図15(b)に示すようになる。この図15

(b)より、駆動電圧を19.0Vに中間電位VMを駆動電圧の0%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.9m/sに設定できることが判る。また、駆動電圧を21.5Vに中間電位VMを駆動電圧の30%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約6.2m/sに設定できることが判る。さらに、駆動電圧を20.2Vに中間電位VMを駆動電圧の50%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約4.5m/sに設定できることが判る。

【0134】次に、各マイクロ駆動パルスPS4～PS6の吐出電位VF（第2吐出要素P13の終端電位）と液滴の吐出特性との関係について説明する。

【0135】上記の吐出電位VFは、圧力室33の吐出容積を規定する。従って、吐出電位VFの変更により、最大容積から吐出容積までの収縮量を設定できる。また、第2吐出要素P13の時間幅が一定であることから、この吐出電位VFの変更により収縮速度も変化する。即ち、吐出電位VFを基準よりも低く設定すると収縮速度が高くなり、基準よりも高く設定すると収縮速度が低くなる。

【0136】圧力室33の収縮量と収縮速度は、液滴の吐出量に影響を及ぼすと考えられる。即ち、圧力室33の収縮量が多いと液滴として吐出される液体の量が多くなり、収縮量が少ないと液滴として吐出される液体の量も少なくなる。また、圧力室33の収縮速度が高いと液滴の飛行速度が高くなり、収縮速度が低いと飛行速度も低くなる。なお、この場合において、吐出電位VFの変化に対する飛行速度の変化量と吐出量の変化量は、駆動

(15)

27

電圧を変化させた際の変化量と相違する。従って、上記の駆動電圧と吐出電位VFとを適宜設定することにより、液滴の飛行速度を一定に保ちつつ、液滴の重量を変えることができる。

【0137】例えば、液滴の飛行速度を7m/sに設定すると、駆動電圧及び吐出電位VFと液滴の重量との関係は、図16(a)に示すようになる。この図16

(a)より、駆動電圧を27.0Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の50%(つまり、吐出電位VFが50%で最大電位VHから13.5V低い電位)にそれぞれ設定すると、約3.6ngの液滴を吐出できることが判る。また、駆動電圧を21.3Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の70%にそれぞれ設定すると、約5.6ngの液滴を吐出できることが判る。さらに、駆動電圧を16.6Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の100%(つまり、吐出電位VFが最低電位VLと同電位)にそれぞれ設定すると、約7.6ngの液滴を吐出できることが判る。なお、第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の100%に設定した場合には、収縮制振要素P15は設けない。

【0138】また、駆動電圧と吐出電位VFとを適宜設定することにより、液滴の重量を一定に保ちつつ、液滴の飛行速度を変えることもできる。

【0139】例えば、液滴の重量を5.5ngに設定すると、駆動電圧及び吐出電位VFと液滴の飛行速度との関係は、図16(b)に示すようになる。この図16

(b)より、駆動電圧を32.0Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の50%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約11.2m/sに設定できることが判る。また、駆動電圧を19.5Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の70%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約5.5m/sに設定できることが判る。さらに、駆動電圧を12.0Vに第2吐出要素P13の電位差を駆動電圧の100%にそれぞれ設定すると、液滴の飛行速度を約3.0m/sに設定できることが判る。

【0140】このように、各マイクロ駆動パルスPS4~PS6については、その駆動電圧、中間電位VM、吐出電位VFを適宜設定することにより、液滴の飛行速度や重量を制御することができる。従って、物性の異なる複数種類の液体であっても、用途に応じた最適な吐出条件で液滴を吐出させることができる。

【0141】次に、上記した汎用塗布装置の応用例について説明する。

【0142】図17は、汎用塗布装置によって構成したカラーフィルタ製造装置の一例を説明する図であり、

(a)はカラーフィルタ製造装置51の平面図、(b)はカラーフィルタの部分拡大図である。

【0143】図17(a)に示したカラーフィルタ製造装置51は、ガラス基板52を載置する載置面53aを

28

設けた矩形状の載置基台53と、キャリッジ54が移動可能に取り付けられガイドバー55と、キャリッジ54に装着された噴射ヘッド1と、カラーフィルタ用の色材を貯留可能な液体貯留部2と、液体貯留部2と噴射ヘッド1との間に接続され、液体貯留部2に貯留された色材の流路を形成する供給チューブ10と、ホームポジションに設けられた重量測定部4及びレーザー検出部5と、制御装置6と、情報入力部7とを有している。なお、このカラーフィルタ製造装置51において、先に説明したものについては、同じ符号を付してその説明は省略する。

【0144】上記のガイドバー55は、平たい棒状部材であり、載置基台53の短辺方向に沿って載置面53aと平行に配置されている。そして、このガイドバー55は、載置基台53の長辺方向に移動可能に取り付けられており、キャリッジモータ3からの駆動力によって移動する。また、ガイドバー55に取り付けられたキャリッジ54は、ガイドバー55の長手方向に移動可能に取り付けられており、キャリッジモータ3からの駆動力によって移動する。

【0145】噴射ヘッド1は、ノズル開口12が下向きになるように、即ち、載置面53aに対向するようにキャリッジ54に取り付けられる。従って、このカラーフィルタ製造装置51では、ガイドバー55とキャリッジ54を適宜移動させることにより、噴射ヘッド1を載置面53aの任意の場所に移動させることができる。つまり、この載置面53aに載置されたガラス基板52について、その表面の任意の場所に色材の液滴を吐出できる。

【0146】次に、このカラーフィルタ製造装置51によるカラーフィルタの製造方法、詳しくは、色材の塗布工程について説明する。

【0147】この塗布工程では、まず、情報入力部7を用いて必要な情報を入力する。例えば、ガラス基板52の大きさや厚さ、使用する色材の種類等を入力する。必要な情報が入力されると、主制御部19は、まず、液滴の吐出条件を設定する。この場合、まず、噴射ヘッド1をホームポジションに位置付けた後、基本形状の駆動パルスを用いて液滴を吐出する。そして、この液滴の吐出時において、レーザー検出部5と飛行速度算出部17は液滴の飛行速度を測定し、重量測定部4及び重量算出部13は液滴の重量を測定する。

【0148】液滴の飛行速度と重量が測定されたならば、主制御部19は、使用する色材の種類やガラス基板52に適した液滴の飛行速度と重量の目標値を設定する。そして、設定した目標値と基本形状の駆動パルスに対応する測定値とに基づき、上記した方法によって駆動パルスの波形形状を調整する。

【0149】駆動パルスの波形形状が設定されたならば、ガラス基板52の表面に色材を塗布する。即ち、図

(16)

29

17 (b) に示すように、ガラス基板表面の受容層52aに、R、G、Bの各色材を格子状に塗布する。この場合において、上記したように、液滴の飛行速度や重量が色材の塗布に適した値に最適化されているので、格子領域内に必要十分な量の色材を吐出できる。また、吐出時におけるミストも防止できる。このため、製造歩留まりを向上させることができる。

【0150】ガラス基板52の表面全体に色材を塗布したならば、加熱等によって塗布した色材を定着させ、ガラス基板52を次工程に移送する。

【0151】ところで、本発明は、例示した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて種々の変形が可能である。

【0152】例えば、圧力発生素子に関し、圧電振動子21に限らず、静電アクチュエータや磁歪素子等を用いることができる。即ち、駆動信号の供給に伴って変形する電気機械変換素子であればよい。さらに、圧力室33内に圧力変動を生じさせるものであれば、電気機械変換素子以外の素子であってもよい。例えば、圧力室33内の液体を突沸させることで圧力室33内を加圧可能な発熱素子を用いることもできる。

【0153】そして、本実施形態のように、圧電振動子21を用いると、上記したように波形の調整によって液滴の飛行速度や重量を広い範囲で調整することができ、汎用性に富む。また、圧電振動子21は、発熱素子に比べて発熱量が少ないので、過度な加熱によって変質してしまう液体の吐出にも適する。

【0154】また、飛行中の液滴を検出位置Pにて検出する検出手段として、上記の実施形態ではレーザー検出部5を用いたが、液滴を検出できればレーザー検出部5に限定されるものではない。従って、飛行速度測定手段に関してもレーザー検出部5と飛行速度算出部17の組み合わせに限定されるものではない。例えば、CCDカメラとストロボ（極く短時間の光を発生する発光源）との組み合わせであってもよい。同様に、液滴重量測定手段は、捕集した液滴の重量を測定できれば上記の構成に限定されるものではない。例えば、液体の容積を測定するものであってもよい。

【0155】また、上記の実施形態では、噴射周期T内における噴射量の主な調整を各標準駆動パルスの圧電振動子21への供給数で行ったが、この構成に限定されるものではない。例えば、液滴の吐出周期を可変することで液滴の噴射量を調整してもよい。この構成では、駆動パルス発生手段としての駆動信号発生部18に関し、駆動パルス（PS1～PS3、PS4～PS6）の発生周期を変更可能に構成する。そして、駆動信号発生部18は液滴の噴射量に応じた周期で駆動パルスを発生し、この発生した駆動パルスを圧電振動子21に供給する。この構成でも、噴射量の調整幅を拡げることができると共に噴射量の精度向上が図れ、さらに、噴射特性の最適化

30

も図れる。なお、この構成は、液滴の着弾位置精度について自由度が高いコーティング装置等に有用である。

【0156】また、上記の実施形態では、液体噴射装置の一種である汎用塗布装置を例に挙げて説明したが、液体を吐出可能な装置であれば本発明を適用できる。例えば、インクジェット実験装置にも適用できる。また、汎用塗布装置も、カラーフィルタ製造装置51に限定されるものではない。例えば、液晶注入装置、コーティング装置、造形装置、半田付け装置、培養装置等の種々の装置にも本発明は適用できる。

【0157】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば以下の効果を奏する。即ち、飛行特性測定手段を、吐出された液滴を捕集することで液滴の重量を測定する液滴重量測定手段と、飛行中の液滴を検出位置にて検出することで液滴の飛行速度を測定する飛行速度測定手段とから構成し、波形調整手段は、基準波形の駆動パルスに対応して測定された液滴の飛行速度及び重量と、目標値として設定された飛行速度及び重量との差に基づいて、駆動信号発生手段が発生する駆動パルスの波形を調整するので、物性の異なる様々な液体を使用しても、その液体の物性に適した波形に調整でき、用途に応じた最適な吐出条件で液滴を吐出させることができる。

【0158】また、液滴重量測定手段を、捕集した複数の液滴の重量から1つの液滴の重量を算出する構成にした場合には、極く少量の液滴であっても高い精度で重量を測定できる。

【0159】また、飛行速度測定手段を、上記検出位置で液滴と交差可能にレーザー光線を照射するレーザー光源と、該レーザー光源からのレーザー光線を受光可能な受光素子と、受光素子からの検出信号に基づいて検出された液滴の飛行時間を計測する飛行時間計測手段とから構成し、飛行時間計測手段が計測した飛行時間に基づいて飛行速度を算出するようにした場合には、直線性に優れ、且つ、光線の径も極めて細く絞ることができるレーザー光線を用いているので、極く少量の液滴であっても高い精度で飛行速度を測定できる。

【0160】また、駆動パルス発生手段を、単位周期内に複数の駆動パルスを発生可能な構成とし、単位周期あたりの圧力発生素子への駆動パルスの供給数を可変することにより、液滴の吐出量を調整可能とした場合には、噴射量の調整幅を拡げることができると共に噴射量の精度向上が図れ、さらに、噴射特性の最適化も図れる。

【0161】また、駆動パルス発生手段を、駆動パルスの発生周期を可変可能な構成とし、圧力発生素子への駆動パルスの供給周期を可変することにより、液滴の吐出周期を調整可能とした場合にも、噴射量の調整幅を拡げることができると共に噴射量の精度向上が図れ、さらに、噴射特性の最適化も図れる。

【0162】また、電気機械変換素子として圧力室の容

(17)

31

積を変動可能な圧電振動子を用いた場合には、液滴の飛行速度や重量の調整範囲が広く、汎用性に富む。また、過度な加熱により変質してしまう液体を吐出することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】汎用塗布装置の基本構成を説明する概略図である。

【図2】噴射ヘッドの断面図である。

【図3】流路ユニットの一部を拡大して示した断面図である。

【図4】噴射ヘッドの電氣的構成を説明するブロック図である。

【図5】駆動信号発生部が発生する標準駆動信号を説明する図である。

【図6】標準駆動信号に含まれる標準駆動パルスを説明する図である。

【図7】標準駆動パルスにおいて駆動電圧を調整した場合の吐出特性の変化を示し、(a)は駆動電圧を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示した図、(b)は駆動電圧を変化させた際の液滴の重量の変化を示した図である。

【図8】(a)は、標準駆動パルスにおいて液滴の飛行速度を7m/sに設定した際の駆動電圧及び中間電位VMと液滴の重量との関係を示した図、(b)は、液滴の重量を15ngに設定した際の駆動電圧及び中間電位VMと液滴の飛行速度との関係を示した図である。

【図9】(a)は、標準駆動パルスにおいて液滴の飛行速度を7m/sに設定した際の駆動電圧及び膨張要素の時間幅と液滴の重量との関係を示した図、(b)は、液滴の重量を15ngに設定した際の駆動電圧及び膨張要素の時間幅と液滴の飛行速度との関係を示した図である。

【図10】標準駆動パルスにおいて膨張ホールド要素の時間幅を調整した場合の吐出特性の変化を示し、(a)は時間幅を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示した図、(b)は時間幅を変化させた際の液滴の重量の変化を示した図である。

【図11】(a)は、標準駆動パルスにおいて、液滴の飛行速度を7m/sに設定した際の駆動電圧及び膨張ホールド要素の時間幅と液滴の重量との関係を示した図、(b)は、液滴の重量を15ngに設定した際の駆動電圧及び膨張ホールド要素の時間幅と液滴の飛行速度との関係を示した図である。

【図12】駆動信号発生部が発生するマイクロ駆動信号を説明する図である。

【図13】マイクロ駆動信号に含まれるマイクロ駆動パルスを説明する図である。

【図14】マイクロ駆動パルスにおいて駆動電圧を調整した場合の吐出特性の変化であり、(a)は駆動電圧を変化させた際の液滴の飛行速度の変化を示した図、

32

(b)は駆動電圧を変化させた際の液滴の重量の変化を示した図である。

【図15】(a)は、マイクロ駆動パルスにおいて液滴の飛行速度を7m/sに設定した際の駆動電圧及び中間電位VMと液滴の重量との関係を示す図、(b)は、液滴の重量を5.5ngに設定した際の駆動電圧及び中間電位VMと液滴の飛行速度との関係を示した図である。

【図16】(a)は、マイクロ駆動パルスにおいて液滴の飛行速度を7m/sに設定した際の駆動電圧及び吐出電位VFと液滴の重量との関係を示す図、(b)は、液滴の重量を5.5ngに設定した際の駆動電圧及び吐出電位VFと液滴の飛行速度との関係を示す図である。

【図17】汎用塗布装置によって構成したカラーフィルタ製造装置の一例を説明する図であり、(a)はカラーフィルタ製造装置の平面図、(b)はカラーフィルタの部分拡大図である。

【符号の説明】

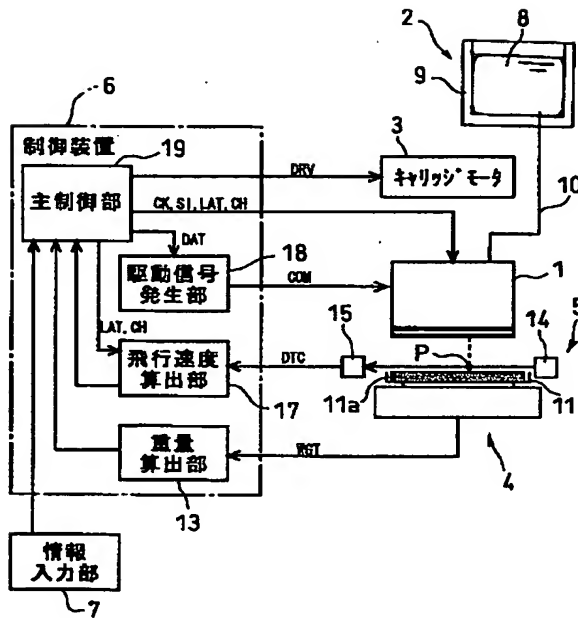
- 1 噴射ヘッド
- 2 液体貯留部
- 3 キャリッジモータ
- 4 重量測定部
- 5 レーザー検出部
- 6 制御装置
- 7 情報入力部
- 8 液体バック
- 9 保持ケース
- 10 供給チューブ
- 11 捕集部
- 12 ノズル開口
- 13 重量算出部
- 14 レーザー光源
- 15 レーザー受光素子
- 16 ノズルプレート
- 17 飛行速度算出部
- 18 駆動信号発生部
- 19 主制御部
- 21 圧電振動子
- 22 振動子群
- 23 固定板
- 24 フレキシブルケーブル
- 25 振動子ユニット
- 26 ケース
- 27 流路ユニット
- 28 島部
- 31 流路形成基板
- 32 弾性板
- 33 圧力室
- 34 液体供給口
- 35 共通液室
- 36 ノズル連通口

(18)

- 37 支持板
38 樹脂フィルム
41 第1シフトレジスタ
42 第2シフトレジスタ
43 第1ラッチ回路
44 第2ラッチ回路
45 デコーダ
46 制御ロジック

33

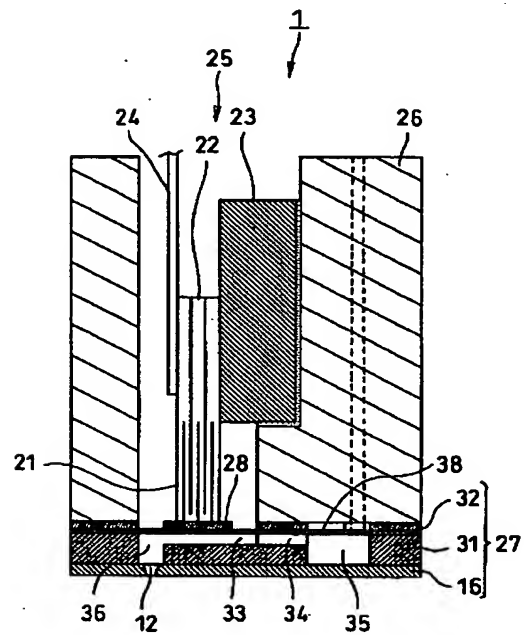
【図1】



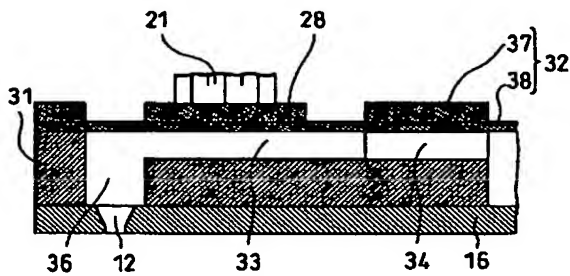
- 47 レベルシフタ
48 スイッチ回路
51 カラーフィルタ製造装置
52 ガラス基板
53 載置基台
54 キャリッジ
55 ガイドバー

34

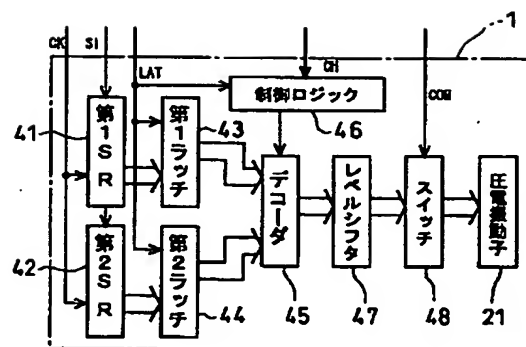
【図2】



【図3】

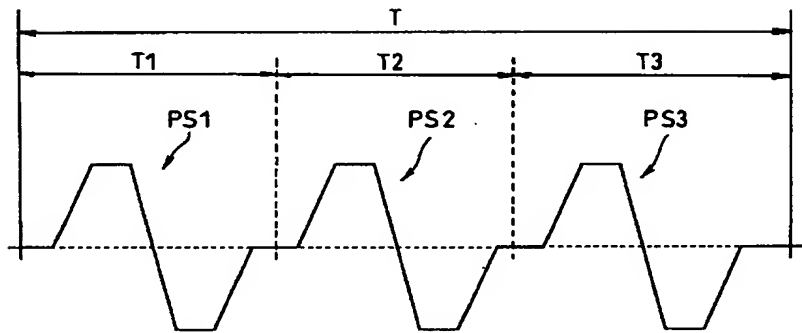


【図4】

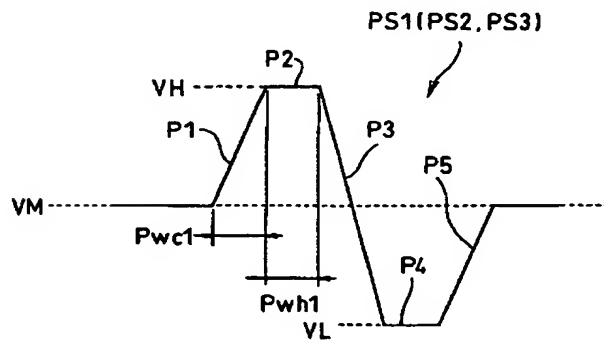


(19)

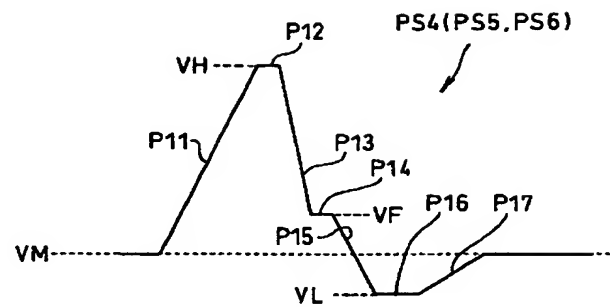
【図5】



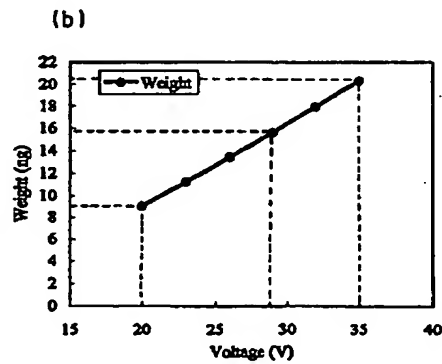
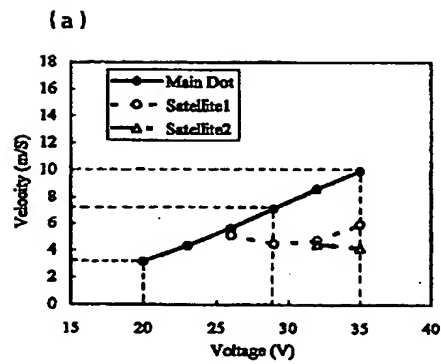
【図6】



【図13】

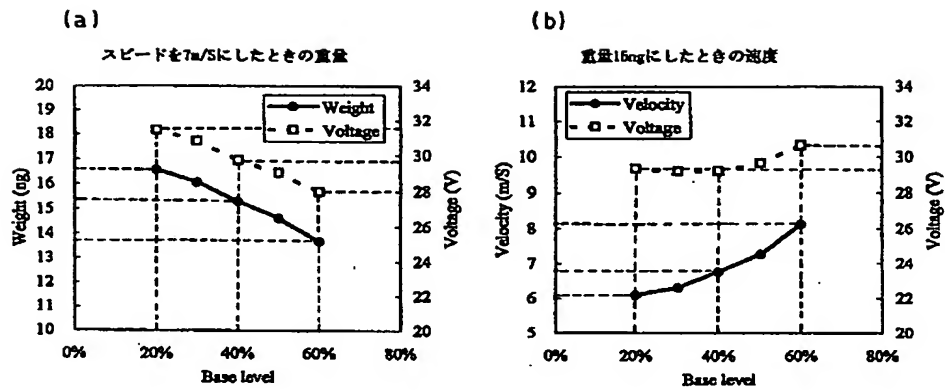


【図7】

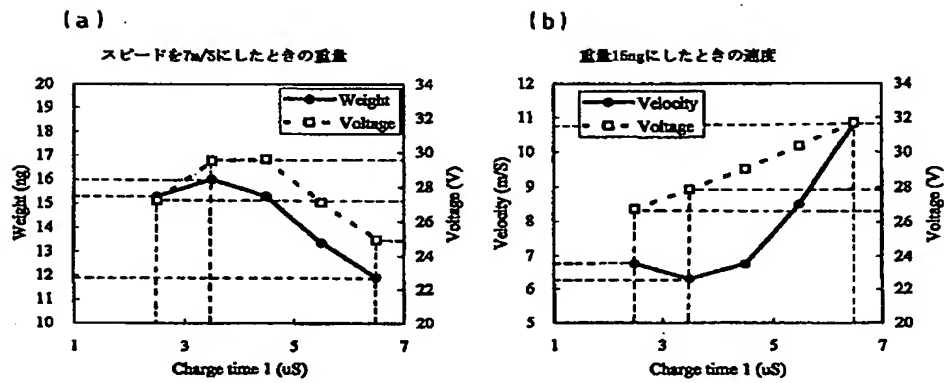


(20)

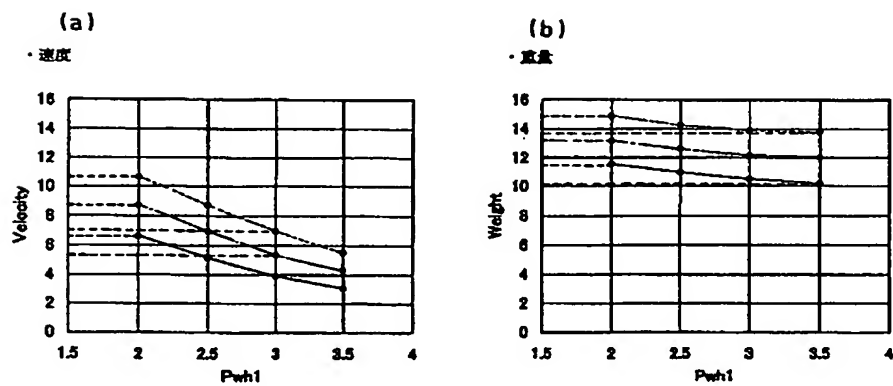
【図8】



【図9】

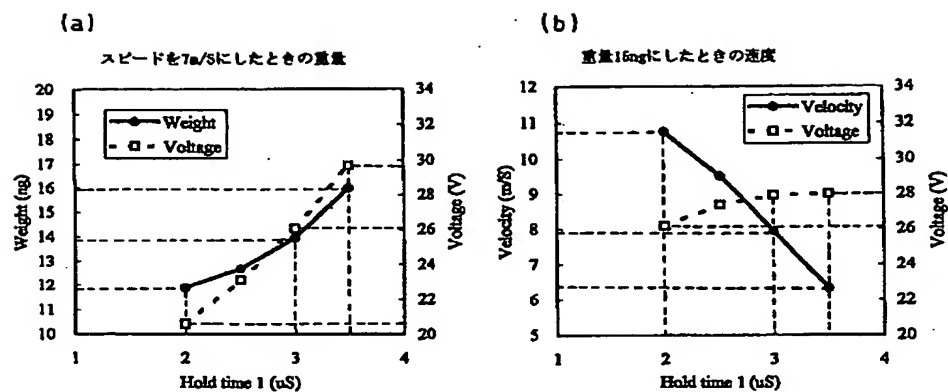


【図10】

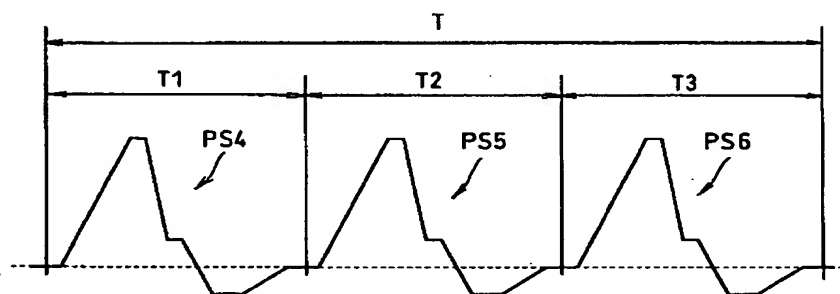


(21)

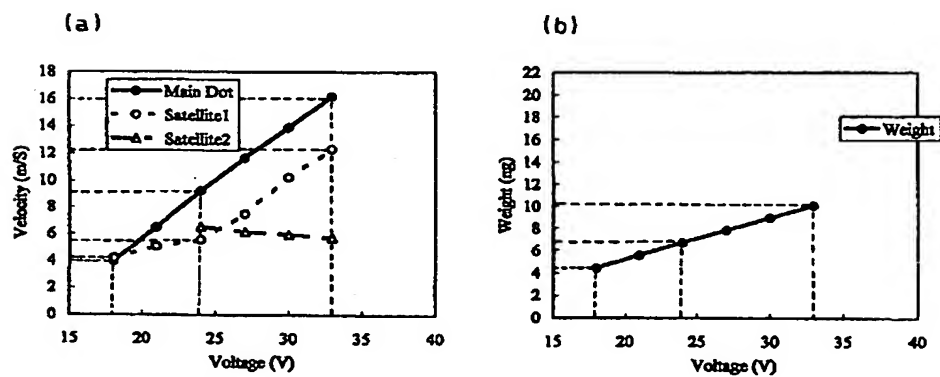
【図11】



【図12】

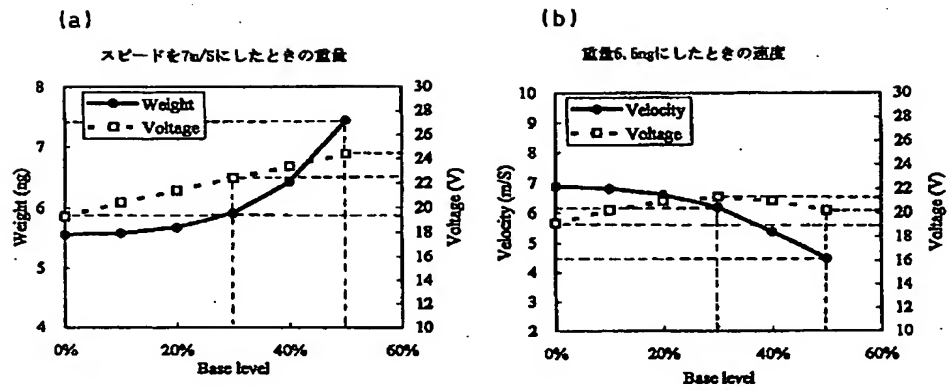


【図14】

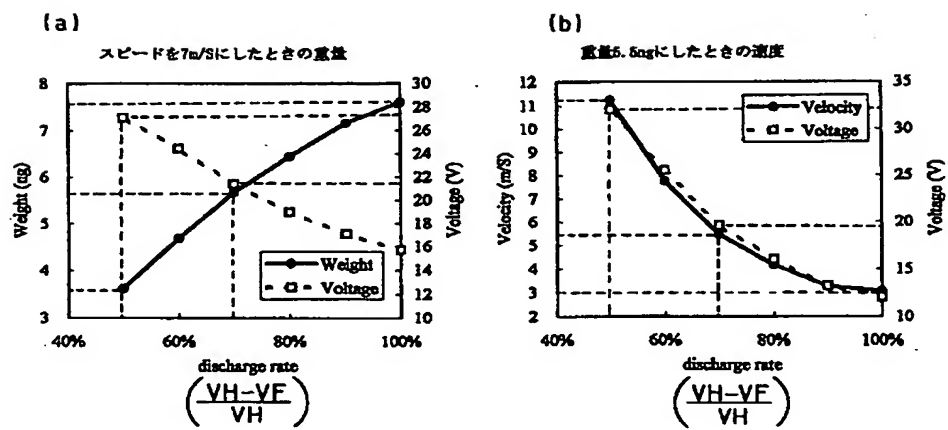


(22)

【図15】

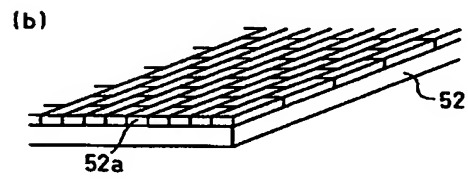
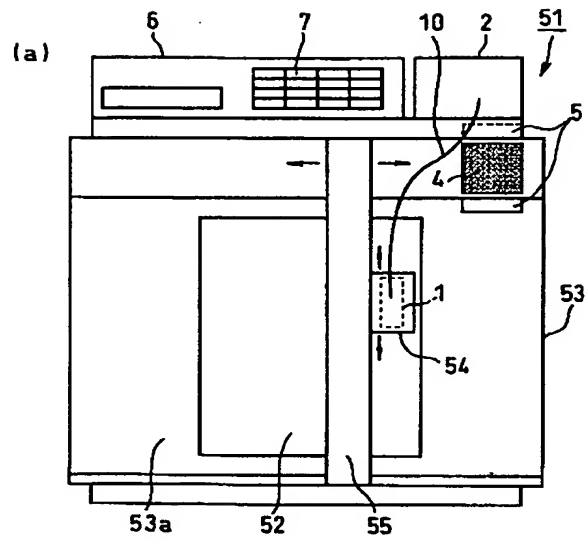


【図16】



(23)

【図17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.